ארבייטער רינג
ביבליאטהעק
נומער 2
דר. אב. קאספע
פיזיק
A.R.
ארויסגעגעבען פון דער
עדיזקיישאנאל קאמיטע פון ארבייטער רינג

אַרבייטער רינג ביבליאָטעק

II.

פּיזיק

(מיט בילדער)

פון דר. אב. קאַספּע

ארויסגעגעבן פון דער
עדיוקיישאנאל קאמיטע פון ארבייטער רינג.

ניו יארק, 1916.

פּיזיק

אינהאַלט.

זייט

איינלייטונג — — — — — — — — — — — — — — — — 3

ערשטער קאפּיטעל — איינפּאַכע מאַשינען — — — — — — 9

צווייטער קאפּיטעל — בעוועגונג און רוהע — — — — — — 18

דריטער קאפּיטעל — רייבונג — — — — — — — — — — 27

פּיערטער קאפּיטעל — איינפּאַכע מאַשינען — די פּולי — — 38

פּינפּטער קאפּיטעל — קאָמבינאַציאָנען פּון פּוליס — — — 47

זעקסטער קאפּיטעל — מאַשינען — — — — — — — — — 61

זיבענטער קאפּיטעל — ליווערס — — — — — — — — — 66

אכטער קאפּיטעל — די דריי קלאַסען ליווערס — — — — 73

נייַנטער קאפּיטעל — אַ ראָד מיט אַן אַקסעל — — — — — 81

צעהנטער קאפּיטעל — די איינגעבויגענע פּלאַכע — — — — 93

עלפּטער קאפּיטעל — דער קלין און דער שרויף — — — — 103

איינפאכע מאשינען

איינלייטונג.

די נעשיכטלעכע אונטערזוכונגען וועגען דעם אנפאנג פון פיעלע וויסענשאפטען האבען בעוויזען אז כמעט אלע פון זיי זיינען נאטירלעכער וויזע אויסגעוואקסען פון דעם מענשען'ס פראקטישע בעשעפטיגונגען, פון זיינע פערשיעדענע ארבייטען. נעהמט אפילו אזא אבסטראקטע וויסענשאפט ווי מאטעמאטיק, און וואס בעווייזט אונז די נעשיכטע וועגען גאר די ערשטע צייטען, וועגען די ערשטע שפורען אין דער ענטוויקלונג פון דיעזער וויסענשאפט? דער מענש, ווי די נעשיכטע בעווייזט אונז, האט אנגעהויבען אריפמעטיק מיט דעם, וואס ער האט זיך געמוסען אויסרעכענען וויפיעל פינגער ער האט אין די הענט און אין די פיס. ניט לייכט איז דאס אנגעקומען דעם מענשען ביז ער האט דערגרייכט די שטופע פון וויסען נור די צאהל פון די פינגער און צו פערשפרייטען זיין מעהר ערוואַרבענעם וויסען וועגען אזא וויכטיגען ענין צווישען די נאַהענטע מענשען, וואס האבען נאך ניט דערגרייכט אזא שטופע פון ענטוויקלונג.

וואס זיינען די ערשטע שפורען פון דער וויסענשאפט נעאמעטריע? נעאמעטריע הויבט זיך אן מיט דעם מענשליכען פערלאנג אויסצוגעפינען די לייג פון זיינע הענט, די מאס פון זיין פוס, די לייג פון א טראט, וועג ער צושפרייט זיינע פיס, אדער די לייג פון שפאן, וועג ער צושפרייט דעם נראבען פינגער.

אין דער שפראך זיינען נאך פערבליבען די נעמען פון דיעזע פרימיטיווע מאסען. א פוס, א שפאן, אן אייל (דאס שטאמט וואר־שיינליך פון דעם ווארט עלענבויגען, דאס הייסט די לענג פון דעם מענשענ'ס עלענבויגען ביז די שפיצען פון זיינע פינגער), אט דיעזע לעבענדיגע טהיילען פון זיין קערפער האט דער פרימיטיווער מענש נעברויכט אלס די ערשטע נעצייג צו מעסטען אנדערע זאכען, אפילו

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/physics0000drab

קאפיטאלען נאר בעהאנדעלט דער בוך די מעסטונגען פון פלאבע; וואס איז שוין אביסעל מעהר אבסטראקט ווי די קאנקרעטע הייזער שטייגער, סטאטוען. און נאר די גריכען, וואס האבען איבערגענומען ביי די עגיפטיאנער די אנגעצייגטע וויסענשאפטען פון מאטעמאטיק איז געאמעטריע און האבען זיי ענטוויקעלט ביז דעם העכסטען גראד, האבען איבערגעקעהרט דעם נאטירליכען גאנג פון דיעזע ווי־סענשאפטען, דעם גאנג וואס פיהרט פון די זאכליכע קאנקרעטע ער־פאהרונגען צו די אבסטראקטע פרינציפיען, וואס האט זיך איינגע־געבען דעם מענשען צו ענטדעקען. וועז ער האט אנגעהויבען צוזאמען צוקלייבען א געוויסען סארט ערפאהרונגען אין א סיסטעם, אין א ארדנונג, וועז ער האט אנגעהויבען נאכצודענקען איבער דיעזע ער־פאהרונגען אוז אנשטרענגען זיך צו פערקניפלען זיי אין א לאגי־שען שכלדיגען צוזאמענהאנג.

ביי די גריכען, נאך הונדערטער יאהרען פון ענטוויקלונג, הוי־בען זיך אן די ערשטע קאפיטלען פון געאמעטריע ניט מיט די מעס־טונגען פון נאנצע הייזער, נאר פון די אבסטראקטע ליניען אוז פונקטען, זאכען וואס עקזיסטירען נאר אייגענטליך ניט אין דער נאטור, זאכען וואס זיינען נאר פראדוקטען פון דער אנאליזירע־נדער אייגענשאפט פון אונזער מענשליכען שכל אוז פארשטעלונג־קראפט.*

דעם זעלבען גאנג האבען דורכגעמאכט אלע וויסענשאפטען פון אינפאכע, קאנקרעטע ערפארונגען מיט די נאטירליכע ערשיינונגען צו אבסטראקטע פרינציפען אוז שכלדיגע וואהרהייטען.

די גאר אלטע וויסענשאפטען ווי מאטעמאטיק, אסטראנאמיע, מעכאניק, א גרויסער טהייל פון פיזיק האבען שוין דערגרייכט די העכסטע שטופע פון ענטוויקלונג אוז זיי הויבען זיך אן, גראדע ווי די גריכישע לעהר ביכער איבער געאמעטריע, מיט די שכל־דיג־ערוואהרבענע, אבסטראקטע פרינציפען, אוז פעסטגעשטעלטע וואהרהייטען וואס בינדען צוזאמען די קאנקרעטע נאטור ערשיינונ־

*) די אהרדנונג איז פערבליבען ביז היינטיגען טאג אין געאמעטריע די אבטיילונג סאלידע געאמעטריע איז די לעצטע, ניט די ערשטע.

שטיקער לאנד אויף. דערפון איז שפּעטער אויסגעוואקסען די וויסענ־ שאפט געאמעטריע, וואס דער טייטש פון דעם גריכישען וואָרט איז די וויסענשאפט פון ערד־ אדער לאנד־מעסטען.

אזוי איז פון גראָז־קלייבען און גערטנערייַ אויסגעוואקסען די וויסענשאפט באטאניקע. עלטער פון דער סיסטעמאטיזירטער וויי־ סענשאפט זאאלאגיע (די וויסענשאפט וועגן חיות) איז דאס ניט סיסטעמאטיזירטע וויסען פון דעם פרימיטיוון יענער, פון דעם פי־ שער, און פון דעם פאסטוך. אזוי קענען מיר מיט רעכט אנציינען אויף דעם פרימיטיוון שמיד וויי אויף דעם עלטעסטען מעכאני־ קער און פיזיקער. אויף דעם ערד־ארבייטער און גערטנער וויי דעם ערשטען באטאניקער, אדער אגראנאם. דער ערשטער זאאלאג איז געווען דער יענער, דער ערשטער געאגראף און געאלאג דער מאט־ ראס, די ערשטע היסטאריקער זיינען געווען די אלטע פאלק׳ס דיכ־ טער, די ערשטע דאקטורים זיינען געווען די פרימיטיוון מכשפים, חרטומים אין מצרים, די מעדעצין מענער ביי די אמעריקאנישע אינדיאנער, א. ז. וו.

די בעקאנטשאפט מיט דער געשיכטע פון וויסענשאפטען אי־ בערצייגט אונז, או אלע וויסענשאפטען אָהן אויסנאהמע, אפילו די נייעסטע וויסענשאפטען, וויי פסיכאלאגיע און סאציאלאגיע, האבען זיך אנגעפאנגען פון די איינפאכע, זאכליכע קאנקרעטע ערפאהרונ־ גען, ניט פון אבסטראקטע גראנקען, ניט פון פעסטגעשטעלטע פרינ־ ציפּען. וואס קען זיין מעהר אבסטראקט וויי געאמעטריע אדער כאטעמאטיק? און דאך צייגט אונז דאס עלטעסטע בוך איבער געאמעטריע און מאטעמאטיק, א בוך וואס מען האט ניט לאנג געפונגן אין מצרים, דער פאטירום פון אהמעס, וועלכער איז פער־ פאסט נעווארען ניט וויניגער וויי דריי טויזענד מיט זעקס הונדערט יאהר צוריק, או אין יענע אלטע צייטען, אין די ערשטע יאהרען פון דער עגטוויקלונג פון מאטעמאטיק און געאמעטריע, זיינען זיי וויייט ניט געווען אזעלכע אבסטראקטע וויכענשאפטען וויי זיי זיינען נעוואָרען אין די שפּעטערע צייטען. אין די ערשטע אבטיי־ לונגען אט פון דעם מערקווירדיגען אלטען בוך איבער געאמעט־יע ווערט געלערנט ווי צו מעסטען די פּיראמידען, די אבעליסקען, ווי צו מעסטען הייזער, שפאלערם, שייערם און אין די וויטערדינע

פיזיק און מעכאניק אויסגעוואקסען אין אן אלגעמיינע לעהרע אי־בער די אבסטראקטע פרינציפען און פעסטגעשטעלטע געזעצען וע־גען די ערשיינונגען פון בעוועגונג אין נאטור. וועגען די אלגעמיינע אייגענשאפטען פון אזעלכע אבסטראקטע בעגריפען ווי מאטעריע, ענערגיע, אייגענשאפטען ניט פון דער אדער יענער קאנקרעטער זאך, פון דעם אדער יענעם שטייג, פון דעם שטיק האלץ, פון דעם שטיק אייזען, נאר אייגענשאפטען וואס בעלאנגען צו אלע זאכען אויף דער וועלט אפילו צו דער זון, די שטערען, צו אלעם וואס ווירקט אויף אונזערע פינף חושים, צו אונזער אייגענעם קערפער און דעם נאנצען אוניווערסום.

דיעזע וויסענשאפטען פון פיזיק און מעכאניק זיינען נעווארען די פונדאמענטען פון אלע אנדערע עקספערימענטאלע וויסענשאפ־טען; זייערע פעסטגעשטעלטע נאטור־געזעצען ווירקען איבעראל ניט נאר אין די טוידטע, אונארגאניש זאכען, זיי ווירקען אין יע־דען טהייל פון דער לעבעדיגער וועלט: פון מענשען, חיות און פלאנצען, זיי ווירקען אין יעדען אויגצעלנעם אינדיווידואום און אין זיינע געזעלשאפטען.

ווי איך האב פריהער דערמאנט, איז מעכאניק און א גרויסער טהייל פון פיזיק צו היינטיגער צייט אזוי הויך ענטוויקעלט, אז איה־רע לעהרביכער הויבען אהן גלייך פון די אלגעמיינע אבסטראקטע פרינציפען, פון די אלגעמיינע געזעצע פון בעוועגונג און ענערגיע, וויל דיעזע געזעצען בעלויכטען אזוי גוט ווי אין די אבסטראקטע ווישענשאפטען פון מאטעמאטיק און געמעטריע, אונזערע קאנ־קרעטע ערפאהרונגען וועגען דעם ענין.

מעכאניק ווי דער וואָרט צייגט, האט זיך אנגעפאנגען פון שטודירען די מאשינען. צו היינטיגער צייט איז מעכאניק שוין ווייט ניט דאס, וואס זי איז געווען אין אנפאנג, זי נעהמט יעצט בריים ארום די לעהרע וועגען אלע זאכען. וואס בעווענגען זיך פון די גרעסטע, ווי די זונען און פלאנעטען, ביז די קלענסטע טהיילען, וואס מיט קיין פערגרעסערונג גלאז קען מען זיי ניט זעהען, די אטאמען און די מאלעקולען, פון וועלכע אלע זאכען זיינען צוזאמענ־געשטעלט.

גען, וועלכע זיינען געווען די ערשטע פּונדאמענטען פּון די פּערשיע־
דענע וויסענשאפּטען.

פּיעלע אַדער בעסער געזאָגט, די גרעסטע טהייל פּון די וויסע־
שאפּטען ווי באטאַניק, זאָאלאָגיע, פּיזיאָלאָגיע א. ז. ו. זיינען נאָך
ווייט פּון דער הויכער מדרגה פּון די מאטעמאטישע וויסענשאפּטען
אוּן זיי זיינען נעצווואונגען דערווייַלע צו בענוגענען זיך בלויז מיט
דער סיסטעמאטיזירונג פּון די קאָנקרעטע מענשליכע ערפּאַרונגען
והעגען די פּערשיעדענע ענינים, די מיט וועלכע די וויסענשאפּטען
ניבען זיך אָב. אויב אפילו עס זיינען עגדעקט געוואָרען פּיעלע פּעסט־
געשטעלטע פּרינציפּען, פּיעלע נאטורגעזעצען אין די אלע וויסע־
שאפּטען, זיינען זיי נאָך ניט אימשטאנד גליך אָנצופּאַנגען פּין דיע־
זע אבסטראקטע פּרינציפּען, ווייל דיעזע פּרינציפּען בעלייבטען אוּן
פּערבינדען לאָגישער ווייזע גרעסערע אָדער קלענערע אבטהיילונגען
פּון דיעזע וויסענשאפּטען. עס פּעהלען נאָך אבער אזעלבע פּרינצי־
פּען, וואָס זאָלען דיענען אלס פּעסטער אוּן בייטער פּינ־אָמענט
פּאר די גרויסע נעבויידעם פּון די אָנגעקלייבענע קאָנקרעטע פּאקטען
אוּן ערפּאהרונגען אויף די פּערשיעדענע נעביטען פּון די וויסענשאפּ־
טען.

קומענדיג צו דער וויסענשאפּט פּון פּיזיק אוּן מעכאניק, מיט
וועלבער מיר ווילען אין דעם ביכעל בעקאַנט מאכען דעם איינפאַכען
אידישען לעזער. נעפינען מיר אייך אויס, אז זי האָט זיך אָנגעפאַנגען
מיט דעם, וואָס זי האָט געזוכט צו פּערשטעהען די איינפאכע נעזעץ
אוּן אינסטרומענטען, וואָס דער מענש האָט עגדעקט אוּן אָנגעוויע־
דעט אום לייכטער צו מאכען זיין ארבייט. אין זיינע בעשעפּטי־
גונגען צופּריעדענצושטעלען זיינע קערפּערליכע בעדירפּנישע.

דער פּראקטישער נעברויך פּון אועלכע איינפאכע מאשינען,
ווי א לאָנגער דראָנג, א קלין, אוּן איינעבויגענע ברעט איז שוין
בעוואוסט נעווען אין די נאָר אלטע צייטען, אין די צייטען ווען
די מענשהייט איז נאָך ניט אריינגעטראָטען אין איהר נעשיכטליכען
לעבען.

אין די אויסגראָבונגען פּון אשור אוּן מצרים נעפינט מען פּיעלע
שטייגער, אויף וועלכע עס זיינען אויסגעקריצט בילדער פּון אָט די
איינפאכסטע מאשינען, ווי א קלין, **א שטאנג א. ז. ו., שפּעטער איז**

ערשטער קאַפּיטעל

פיזיקאַלישע וויסענשאפטען בעהאנדלען די אלגעמיינע אייגנשאפטען פון שטאָף און בעוועגונג. וועגען זיי קען מען מיט זיכערהייט זאָגען, אז זיי שטעלען מיט זיך פאָר דעם פונדאַמענט פון אלע עקספערימענטאַלע וויסענשאפטען. די געזעצען פון פיזיק הערשען ניט נאָר אין דער ניט־ארגאַנישער וועלט, זיי הערשען אויבערשט איבער דער גאַנצער נאַטור: סיי אין דער טוידטער, סיי אין דער לעבענדיגער וועלט; לעבענדיגע ארגאַניזמען און די מינדעסטע טהיילען פון זיי זיינען דאָך געמאכט פון שטאָף, און אפילו די פונקציאָנען, די לעבענדיגע פּראָצעסען פון די פערשיעדענע ארגאַנען, אזוי גוט ווי דאָס לעבען אליין פון די ארגאַניזמען, זיינען ענג פערבונדען און זיינען אבהענגיג פון די בעוועגונגען, וואָס קומען פאָר אין דעם שטאָף אדער שטאָפען, וואָס שטעלען צוזאמען די ארגאַנען, אין דעם שטאָף פון די צעלען און געוועבען פון וועלכע יעדער ארגאַניזם איז געבויט.

צו די פיזיקאַלישע וויסענשאפטען געהערען אייגענטליך די דריי גרויסע צווייגען פון נאַטור וויסענשאפט: מעכאניק, פיזיק און כעמיע. מיר וועלען זיך מוזען אבשטעלען אויף א ווייל צו ערקלערען דעם אונטערשייד פון דיעזע דריי צווייגען, פון וועלכע יעדער איינער איז צו היינטיגער צייט אויבנעוואקסען אין א גרויסער זעלבסטשטענדיגען בלום, און מיר מוזען אנצייגען וועלכע נאַטור ערשיינונגען געהערען צו מעכאניק, וועלכע צו פיזיק און וועלכע צו כעמיע.

אין די שפּעטערדיגע ארטיקלען וועט אויסקומען אבצושטעלען זיך אויף א מאהר פונקטליכען אנאליז פון דעם בעגריף „קראפט". די מאַדערנע מעכאניק און פיזיק וואָלטען גערן אויסמיידען אין גאנצען דעם וואָרט, די קראפט, ווייל עס רופט ארויס פאַלשע בעגריפען, דערווייל וועלען מיר דאָך מוזען בענוצען זיך מיט דעם וואָרט, און געבען א קורצע ערקלערונג וועגען דעם זין, אין וועלכען דאָס וואָרט קראפט ווערט געברויכט אין פיזיק.

די ערשיינונגען פון נאטור, אלע אהן אויסנאהמע, שטעלען פאר אונז פאר א וועלט, וואס האלט אימער אין בייטען זיך דורך דער אייביגער און אנאויפהערלעכער בעוועגונג. מעכאניק איז, ווי דער פיזיקער קירכהאף דריקט זיך אויס, די וויסענשאפט פון בעוועגונג, און דאס הייסט מיט אנדערע ווערטער, אז איהר פעלד פון אונטערזוכונג איז די גאנצע נאטור.

מעכאניקע איז אויך די עלטסטע וויסענשאפט אין דער וועלט זי האט לאנג אוועקגעוואלפען די פראגען, ווארום, די זאכען בעוועגען זיך, און צי עקזיסטירען נאר די זאכען אין דער ווירקליכקייט? זי האט איבערגעלאזט די פרובטלאזע פראגען פון "ווארום„ צו די מעטאפיזיקער, צו די טהעאלאגען און פילאזאפען. און האט זיך געזומען פאר די פראגע ווי אזוי די וועלט און די זאכען אין איהר בעוועגען זיך. מעכאניק האט די ערשטע גענומען קוקען אויף דער וועלט ווי זי איז, און איז צופריעדען געווען צו שטודירען און צו לערנען מיט אלע מעגליכקייטען. „ווי אזוי" די וועלט געהט, ווי אזוי די ערשיינונגען קניפען זיך אייגע מיט די אנדערע, וועלכע רעגעלמעסיגקייט אדער געזעצליכקייט הערשט איז איהרע בעוועגונגען און אין איהרע איבערגאנגען פון איין פארמע צו דער אנדערער.

מיר וועלען אויך אנפאנגען מיט די איינפאכע מאשינען, מיט דעם, מיט וואס מעכאניק האט אין דער געשיכטע אנגעפאנגען איהר ענטוויקלונג. אפריהער וועלען מיר אבער מוזען געבען אייניגע קאפיטלען וועגען די עלעמענטארע בעגריפען פון מעכאניק, אוידער מיר וועלען צוטרעטען צו דעם ענין פון די איינפאכע מאשינען. מיר וועלען מוזען געברויכען אזעלכע ווערטער ווי קראפט, בעוועגונג, רייבונג, א ז. ו., און ווי אין יעדער וויסענשאפטליכער אבהאנדלונג מוז מען אפריהער פעסטשטעלען קלאר און דייטליך דעם פינקטליכען, שטרענגען בעגריף פון די ווערטער אדער טערמינען, וואס אויף זיי, ווי אויף א פונדאמענט, ווערט געבויט דער גאנצער ענין.

פעלט אזן פערבונדען צאהלרייכע רייהען פון ערשיינונגען אזן פערענ־
דערונגען אין די זאכען. ביז יעצט זיינען דייטליכער אויסגעפארשט
געווארען נאר 6 פערשיעדענע קרעפטען, דורך וועלכע מיר קענען דעם
ריכטיגען טהייל פון די ערשיינונגען פון דער גאנצער נאטור־וועלט
ערקלערען.

אויסער די זעקס קראפטען איז נאך פאראן איין קראפט, וועל־
כע הערשט אין אלעם, וואס לעבט : אין פלאנצען, חיות, מענשען
אזן גענעלשאפטען, די קראפט איז נאך גאנץ טונקעל פאר אונזער
פערשטאנד, אייניגע צווייפלען אפילו אין איהר עקזיסטענץ, אבער
די אנדערע זעקס קראפטען וועלכע הערשען אין דער אונארגאנישער
וועלט זיינען שוין פיעל מעהר בעקאנט אזן אויסגעפארשט, אזן זיי
ווערען צוטהיילט אין דריי טהיילען ; מעכאנישע, פיזישע אזן כע־
מישע קראפטען. די מעכאנישע קראפט איז א קראפט, וועלכע מאכט
גאנצע קערפער, גאנצע שטיק שטאף זיך צו בעווענגען. ווען א שטיין
פאלט צו דער ערד, דאס הייסט אונזערע אויגען זעהען דעם גאנצען
שטיין אין בעווענגונג, ווען די רעדער אין די מאשינען דרייהען זיך
אזן קלאפען, דאן זאגען מיר, אז זיי טהוען מעכאנישע ארבייט, אזן
דאס זיי זיינען בעווענגט דורך א מעכאנישע קראפט. אלע קרעפטען
וואס פערענדערען די בעווענגונג פון דעם גאנצען קערפער ווי איין
שטיק, סיי זיי בריינגען א זאך, וואס רוהט אין בעווענגונג, אדער
פערקעהרט א זאך, וואס בעווענגט זיך צו רוהע, סיי זיי פעראור־
זאכען, אז די זאך זאל זיך אנהויבען צו בעווענגען שנעלער, אדער
לאנגזאמער, סיי זיי בייטען די ריכטונג פון דער בעווענגונג הייסען
מעכאנישע קראפטען. דאהרום איז די קראפט, וואס מאכט די בעווע־
גונג פון דער ערד, פון אלע אנדערע פלאנעטען, פון די שטערען,
פון דער זון א מעכאנישע קראפט ווייל זי מאכט א בעווענגונג אין
די הימלישע קערפער, ווירקענדיג אויף זייער גאנצער מאסע צוזאמען
ווי אויף איין שטיק ; דאהרום איז די קראפט, וואס מאכט אז אלע זא־
כען זאלען פאלען אויף דער ערד, א מעכאנישע קראפט, ווייל זי
מאכט די זאך זאל זיך בעווענגען ווי איין שטיק.

אבער אויסער מעכאנישער קראפט זיינען פערהאנדען אנדערע
קרעפטען וואס מאכען פערענדערונגען אין שטאף, בעת אונזער אויג
בעמערקט קיינע בעווענגונג. נעהמט צום ביישפיעל דעם טעלעגרא־

יעדע פערענדערונג אין א זאך, די קלענסטע פערענדערונג, וועלכע מיר קענען בעמערקען, מוז איהר אורזאכע האבען. שטעלט זיך פאר אז דער טעלעגראף, עלעקטרישע בעלייכטונגען, עלעקטרישע וואגאנען און נאך פיעלע אנדערע טויזענדע ענדערונגען וועלכע זיינען שוין געמאכט געוואָרען און וועלכע וועלען נאך געמאכט ווערען אין דעם נעביט פון עלעקטריציטעט, שטעלט זיך פאר אז אלע דיעזע גרעסטע און וואונדערליכע ענדעקונגען פון דעם לעצטען יאהרהונדערט, האבען זיך אנגעפאנגען פון א פונקט זאך, פון א שפיעל, פון דעם פאקט אז וועז כען רייבט א גוטאפערטשענעם קאם אן א שטיקעל וואל אדער פלאנעל, בעקומט דער קאם נייע אייגענשאפטען: ער ציהט צו קלייניע שטיקלעך פאפיער, לייכטע שטיקלאך האלץ א. ז. וו., דיעזע נייע כארט פערענדערונג אין קאם וועז מען רייבט איהם אן א שטיקעל גלוואנט, א פערענדערונג וואס האט ניט נעקענט ערקלערט ווערען דורך קיינע קראפטען אדער סיבות וואס זיינען צו יענער צייט בעוואוסט געווען. אבער וועז פאר דעם נייעם כארט פארענדערונג האבען זיך נענומען אזעלכע דיינקער און נאטורפארשער ווי גילבערט און נויטאן, האבען זיי אויסגעפונען נאנצע נייע רייהען פון פערענדע־ונגען וואס קומען פאר אין נאטור, פערענדערונגען וואס שטאמען אלע פון איין סיבה, און די וועלט איז בעקאנט גלוואָרען מיט א נייע קראפט־עלעקטריציטעט (עלעקטראן הייסט אין גריכיש ברוסטין, אין ברוסטין האט מען נאך פריהער אין דעם אלטען גריכענלאנד בעמערקט דיעזע פערענדערונג וועז מען רייבט איהם אז גלוואנט) א קראפט וועלכע שפיעלט א נרויסע ראלע אין דער נאטור, וועלכע מאכט דעם דונער און בליץ, וועלכע העלפט מאבען דעם האנעל, א קראפט מיט וועלכער מיר בענוצען זיך יעצט אין הונדערטע וועגען.

איהר שטעלט ארויף א טאפ וואסער אויף א הייסען אויוועז, די וואסער הויבט זיך אן צו פערענדערען, זי ווערט וואריעם, זי ווערט הייס, זי זידט, זי ווערט פערוואנדעלט אין דאמפף, אלע דיעזע פערענדערונגען מוזען זיין רעזולטאטען פון א סיבה.

אלע אורזאכען, אלע סיבות, וועלכע בריינגען גלוויכע כארטען פערענדערונגען, אייגענארטיגע מינים בעוועגונגען אין נאטור, הויסען אין וויכענשאפט קריפטיי. ניט יעדער קראפט זיינען פערקרי־

קראפט פון היץ, זי איז א פיזישע קראפט, ווייל זי ווירקט נאר אויף די קלייגע טייל־כעלאך פון די זאכען, מאכענדיג א נייע סארט בע־ווענונג אין זיי, אבער דער שטיק שטאהל ווי איין גאנצעם בלייבט אונפערענדערט. וועז איהר נעהמט א שטאלענע נאדעל און רייבט איהר אן מיט א מאגנעט, ווערט די נאדעל אויך א מאגנעט. ווי איהר קוקט אן די שטאלענע נאדעל פאר דעם איידער זי איז געווארעז א מאגנעט און נאך דעם , וועט איהר קיין ברעקעל אונטערשיעד ניט קענען געפינען, אין דאך האט די נאדעל וועז זי איז געווארעז א מאגנעט א נייעם אייגנשאפט אין זיך געקראגעז, א אייגענשאפט אייזען צו זיך צו ציהען, א אייגענשאפט וועלכע זי האט פריהער אין זיך ניט געהאט, א פערענדערונג איז אין דער נאדעל פארגעקו־מעז, און די אורזאכע אדער די קראפט וואס האט די פערענדערונג ארויסגערופען, איז אויך א פיזישע קראפט, דהיינו די קראפט פון מאגנעטיזם.

אין אלע דיעזע פאלען האבען די פיזישע קרעפטען געמאכט פערענדערונגען אין דער בעווענונג פון די קלייגע טהיילכעלאך פון שטאף אין דער צייט, וועז ער ווי איין גאנצע שטיק פערבלייבט אין דער זעלבער לאגע ווי פריהער און זעה, אויס ווי פריהער. בלויז די לעצטע פיזישע קראפט, די קראפט פון ליכט מאכט יע אין די זא־כען, אויף וועלכע זי ווירקט, א פערענדערונג אין דעם אויסזעהען. מיר זעהען ווי זיי הויבען אן צו שיינען, אבער דאך רופט זי אויך ניט ארויס קיינע בעווענונגען אין דעם גאנצען שטיק שטאף, ווי ליכטיג עם זאל ניט זיין. אלע טאקע בלייבט ליכט א פיזישע קראפט ווייל זי פערארזאכט בעווענונגען ניט אין דעם גאנצען שטיק שטאף, נאר אין די מאלעקולען פון שטאף, דערפאר רופען די פיזיקער די אלע פיער פיזישע קרעפטען ; היץ און ליכט, עלעקטריציטעט און מאגנעטיזמוס — מאלעקולארע קרעפטען.

די מעכאנישע קרעפטען און די פיזישע שטעהען ניט אזוי שטארק אבגעזונדערט, דאס איינע זאל קיין מאל ניט פערוואנדעלט ווערען אין די אנדערע, גראדע פערקעהרט: זיי געהען גאנץ אפט איבער איינע אין די אנדערע.

אויב מען קלאפט שטארק מיט'ן האמער, דאס הייסט, אז

פישען דראָט, די שארפסטע אויג וועט ניט בעמערקען קיין [illegible] שיער אין דעם דראָט וועז א דעפעקט וועלכער וועט נעשיקט, קיינע בעווע־גונג איז צו זעהען אין דעם דראָט. ער זעהט אויס גראדע דער זעל־בער, וועז די דעפעקט גענט דורך איהם דורך אָדער ניט. אוז דאָך קומט פאָר א גרויסע פערענדערונג אין דעם דראָט, וועז מיר שיקען א דעפעקט, פרובירט איהם נאָר אנריהרען אין דער צייט וועז א דעפעקט לויפט דורך, דורך איהם אוז איהר וועט גלייך דערפיהלען די פערענדערונג. אויב עס איז דאָ א גרויסע פערענדערונג אין דעם דראָט, מוז דאָך, ווי מיר האָבען געזעהען, די פערענדערונג האָבען אז אורזאכע, א קראפט וואָס מאכט דיעזע פערענדערונג. די קראפט, וואָס מאכט דיעזע פערענדערונג, הייסט עלעקטריציטעט. דער דראָט מיט דער דעפעקט איז עלעקטריזירט. אָבער ווי איהר זעהט די קראפט פון עלעקטריציטעט, ווירקענדיג אויפ'ן דראָט, מאכט קיין בעווענונג אין דעם דראָט ווי איין גאנצע שטיק שטאָף.

עם פרענט זיך וואָס פאר א בעווענונג האָט דיעזע קראפט נע־מאכט? די עלעקטרישע קראפט האָט קיין בעווענונג נעמאכט אין דעם גאנצען שטיק דראָט, אָבער זי האָט א שפּעציעלע בעווענונג נעמאכט אינווייניג אין די קלייגע טיילכעלאָך פון דעם דראָט.

די קלייגע טיילכעלאָך, פון וועלכע יעדע שטיק שטאָף בעשטעהט, הייסען מאלעקולען. אלע קרעפטען וואָס ענדערען די בעווענונגען פון די מאלעקולען אוז ניט פון דער גאנצער זאך ווי איין שטיק, הי־סען פיזישע קראפטען. דאהרום איז עלעקטריציטעט א פיזישע קראפט. דער שטיק דראָט דורך וועלכען די פיזישע קראפט פון עלעקטריציטעט גענט דורך, וועז מען שיקט א דעפעשע, בלייבט אונפערענדערט, דערפאר אָבער וועלען פערענדערט די פערהעלטני־סע פון זיינע קלייגע טיילכעלאָך אוז זייערע בעווענונגען.

ריכטיגע פיזישע קרעפטען האָבען מיר פיער—עלעקטריציטעט אוז מאגנעטיזם, היץ אוז ליכט.

איהר לעגט אריין א לעפעלע אין א היים גלאז טעה, די אויג בעמערקט ניט קיינע פערענדערונגען אין דעם לעפעלע, אוז דאָך וועז איזר ריהרט איהר אז, פיהלט איהר, אז די לעפעלע איז היים, א פערענדערונג איז דאָ פאָרגעקומען, די קראפט אָדער אורזאכע וואָס האָט נעמאכט די ענדערונג, איז אנאנדער פיזישע קראפט, די

קויל וואס שיינט אזוי פיין און העל אין די עלעקטריש לאמפען, וועו א שטארקער שטראם פון עלעקטריציטעט געהט דורך, דורך איהם, בלייבט אלץ קויל; און ווי נור דער שטראם הערט אויף, בלייבט פון איהם א שווארצער און דונקעלער קויל גלייך ווי ער וואלט נאר קיין מאל ניט געלויכטעו מיט אזא פראכט.

אבער נאנץ אנדערש איז די זאך מיט דער כעמישער קראפט. די אנדערע קרעפטען בעשאפען נאר איינענשאפטען, די כעמישע קראפט אבער בעשאפט זאכען, זי מאכט איבער די זאכען, זי מאכט פון איין זאך צווויי אדער מעהרערע זאכען, אדער פון מעהר זאכען איין זאך מיט נאנץ נייע אייגענשאפטען. די כעמישע קראפט צווינגט געווייסע מאטעריען אדער עלעמענטען צו פערבינדען זיך מיט אנדערע מאטעריען אדער עלעמענטען, וועו די קויל־ען ברענען און גליהען אין אויוועו, ווירקט אויף זיי די כעמישע קראפט אדער די כעמישע פערוואנדשאפט, וועלכע עקזיסטירט צווישען קויל־ען און דעם זויערשטאף פון דער לופט. דיעזע קראפט טרייבט דעם זויערשטאף פון דער לופט ער זאל זיך פערבינדען אין איין קער־פער, אין א נייעם געגענשטאנד מיט די קויל־ען. און די פאלגע פון דער ווירקונג פון דיעזער קראפט איז דער געבורט פון א נייעם קערפער, א נייעם גאז, וועלכער הייסט קויל־זויער־גאז, הערט אויף די כעמישע קראפט וואס האט זיי געטריבען צו פערבינדען זיך, זיינען די קויל־ען ניט מעהר קויל־ען, און דער זויער־שטאף ניט מעהר זויערשטאף. זיי זיינען בוידע פערשוואונדען געווארן, דורך כעמישער קראפט, וואס איז געווען אין זיי, אין זייערע שטאפען, האבען זיי זיך בעהעפט, און דערפון איז געבארען געווארען א נייער קערפער, א נייער גאז. דער גאז בעשטעהט טאקע פון קויל־ען און זויער־שטאף, אבער ער האט ניט די אייגענשאפטען ניט פון די קויל־ען און ניט פון דעם זויער־שטאף. קויל־ען זיינען הארט און שווארץ און זיינען פעהיג צו ברענען. און דער נייער גאז קויל־ען־זויער איז ניט הארט און ניט שווארץ און קען ניט ברענען. דער זויער־שטאף, ווידער איז א זעהר ענערגישער גאז. אהן איהם קען גאר ניט ברענען, ער האלט אויף דעם פייער. דער נייער גאז איז פיעל שווע־רער ווי זויער־שטאף, ער איז פיעל ווייניגער טהעטיג ווי דער זויער־

מען בעווענט דעם האמער מעכאניש, ווערט ער דערביי דערהיצט און פערקאהרט: פון דער קראפט פון היץ, מיט וועלכער מיר פער־וואנדלען וואסער אין דאמפף, ווערט בעשאפען די מעכאנישע קראפט וואס טרייבט דעם לאקאמאטיף. און אזוינע ביישפיעלע קענען מיר נעפינען מאסען, וועו די מעכאנישע קראפט ווערט פערוואנדעלט אין פיזישע און פערקאהרט. גראדע אזוי ווי פון איין פיזישע קראפט ווערט נעשאפען אן אנדערע פיזישע קראפט. וועגען דעם איבער־נאנג פון מעכאנישע קראפט אין פיזישע ווערט אונז נאך פילייכט נעלינגען צו רייזען מיט מעהר אויספירליכקייט אין א בעזונדער קאפיטעל. יעצט בלייבט אונז אין קורצען צו בעטראכטען די איינ־צעלנע קראפט וואס איז איבערגעבליבען, דהיינו די כעמישע קראפט, אדער ווי זי הייסט אין וויסענשאפט די קראפט פון כע־מישער פערוואנדשאפט.

סיי די מעכאנישע, סיי די פיזישע קרעפטען קענען ניט מא־כען קיינע זאכען אדער נייע קערפער, זיי קענען נור ענדערען די איינענשאפטען פון דער זאך, אבער די זאך גופא בלייבט ווי זי איז געווען. וועו דער עפעל פאלט אראב פון בוים דורך דעם וואס ער ווערט צוגעצויגען פון דער ערד, בלייבט ער אלץ דער זעלבער עפעל. דורך דער ווירקונג פון דער מעכאנישער קראפט, דער צוציהונגס־קראפט צווישען דעם שטאף פון דער ערד און דעם שטאף פון דעם עפעל, האט דער עפעל בעקומען א נייע איינענשאפט, ער איז זיך געהאנגען נאנץ רוהיג און יעצט, וועו די פערבינדונג מיט'ן בוים ווערט שוואך, הויבט ער זיך אן צו בעווענען אדער צו פאלען צו דער ערד. ווי נאר ער קומט אבער צו דער ערד, בלייבט ער דער זעלבער עפעל ווי געווען. דער דראט דורך וועלכען די עלעקטריציטעט פליסט, טראגענדיג נייעם פון עק וועלט צום אנ־דערען, בלייבט דערזעלבער דראט. כל זמן די עלעקטרישע קראפט פליסט דורך איהם, קריגט ער נייע איינענשאפטען, אבער דער שטאף זעלבסט בייט זיך ניט, ער איז געווען א קופפערנער אדער אן אייזערנער דראט פאר דעם און ער איז פערבליבען דאס זעלבע נאך דעם.

די זעלבע זאך איז ריכטיג וועגען דער הייכער לעפעלע וואס איז דערהיצט געווארען דורך די קראפט פון היץ, דער שטיקעל

ווערט פערוואנדעלט אין פיזישע קרעפטען. ברענען איז א פראצעס פון כעמישע פעראייניגונג צווישען די מאטעריאלען וואס נעפינען זיך אין האלץ, אין קראסין א. ז. וו., מיט דעם זויער־שטאף פון לופט, אבער דערבי ווערען אויך ענטוויקעלט ואועלכע פיזישע קרעפטען ווי ליכט, היץ א. ז. וו., דיעזער איבערגאנג פון איין קראפט צו די אנדערע פיהרט אונז ארויף אויף'ן געדאנק, אז אלע קרעפטען זיינען נאר פערשיידענע פארמען פון דער אלגעמיינער קראפט אדער בעוועגונג. וואס נעפינט זיך אין שטאף.

עס איז זעלבסט פערשטענדליך אז די ערשטע פון די דריי פיזיקאלישע וויסענשאפטען האט זיך ענטוויקעלט מעכאניק, ווייל זי האט אננעהויבען צו בעטראכטען די בעוועגונגען וואס יעדער קען זעהען, די בעוועגונגען פון גאנצע שטיקער שטאף.

* * *

שטאף. און ניט נאר איז דער זויער־גאז אונפעהיג צו ברענען, ער לעשט זאגאר דעם פייער.

דאס צייגט אויך, אז פון דער כעמישער קראפט וואס ווירקט אויף איין סארט מאטעריע אזוי און אויף אן אנדערע אנדערש, ווי־ען בעשאפען נייע געגענשטענדען מיט גאניז נייע אייגענשאפ־טען, וואס בלייבען אין דער זאך אפילו נאכדעם ווי זייער בער־איניגונג האט זיך געענדיגט. אום צוריק צו בעקומען די קויל־ען למשל פון דעם קויל־ען זויער־שטאף מוז מען קריגען אזא מין שטאף, וועלכער זאל האבען א שטארקערע פערוואנדשאפט צו פערבינדען זיך מיט דעם זויער־שטאף ווי די קויל־ען, און דאן וועט דער וויער־שטאף אוועקגעלאזען זיין פערבינדונג און וועט זיך פער־בינדען מיט דעם נייעם שטאף. און דאן וועט איהר קריגען די קוי־לען ווייטער ריין און פריי ווי פריהער.

אויך זאל מען ניט מיינען, אז די כעמישע קראפט איז א גאנץ בעזאנדערע קראפט, וואס האט מיט די אנדערע מעכאנישע אין פי־וישע קרעפטען גאר ניט צו טהאן. גראדע פערקעהרט: די פיזישע קרעפטען פון ליכט, היץ און עלעקטריציטעט העלפען פיעל דער כעמישער קראפט. אם מייסטען העלפען דיעזע פיזישע קרעפטען צו פערגרעסערען די כעמישע פערוואנדשאפט, אמאל אויף צו פער־קלענערען. וועז מען לאזט אן עלעקטרישען שטראם פלייסען דורך וואסער, שוואכט אב דיעזער שטראם די כעמישע פערבינדונג צווי־שען וואסער־שטאף און זויער־שטאף, וועלכע אין כעמישער צו־זאמענהעפטונג מאכען דעם וואסער, און דאס וואסער זיטהיילט זיך אויף זיינע צוויי טהיילען, אדער עלעמענטען: וואסער־שטאף און זויער־שטאף. אין וואסער זיינען די 2 נאזען, כעמיש פערבונ־דען, דאס הייסט צוויישען די צוויי גאזען — וואסער - שטאף און זויער־שטאף — איז אזא גרויסע כעמישע פערוואנדשאפט, וועל־כע האלט זיי צוזאמען פערבונדען אין וואסער, אבער וען עלעק־טריציטעט געהט דורך דעם וואסער, שוואכט אב די עלעקטרישע קראפט די פערוואנדשאפט פון די עלעמענטען, און דאס וואסער באלט זיך פענאנדער אין די צוויי גאזען פון וועלכע עס איז ג־מאכט געוואָרען. עס טרעפט אויך פערקעהרט, אז די כעמישע קראפט

רעז צו שפּאַצירען אויפֿ'ן דעק פון שיף, און זיך רוהיג אוועקזעצן אויף א שטול אַדער ליגען רוהיג אין זייז בעט און שלאָפֿן, קענען מיר דען זאגען, אז דער מאַן איז אין א צושטאַנד פון פּאַלקאָמענער רוהע און ער בלייבט אימער אויף איין פּלאַץ, כל זמן די שיף, אויף וועלכער ער געפינט זיך, זעצט פּאַר די רייזע און בעוועגט זיך אימער פּאַרט מיט דער זעלבער שנעלקייט און בלייבט ניט שטעהן אויף איין אָרט. און וועז אפילו עס שטעלט זיך אָב די שיף, און דאָ דאַכט זיך אונז האַבען מיר דאָך געווים א פּאַלקאָמענע רוהע, דאַז בלייבט דאָך די שיף מיט'ן מאַן מיט'ן באָל אין זייז האַנד אויף איין פּלאַץ, איז דאָס נאָך אַלץ קיין פּאַלקאָמענע רוהע. דאָס וועט נאָר היסען אז די שיף מיט אַלע זאכען און מענשען וואָס געפינעז זיך אין איהר וועלען בלייבען אויף דעם זעלבען פּלאַץ, אויף דעם זעלבען פונקט אויף דער ערד. מיר ווייסען דאָך אָבער, אז די ערד גופא בעוועגט זיך און דרעהט זיך אויף איהר אייגענער אקס מיט א שנעלקייט פון טויזענד מייל א שטונדע ביים עקוואַטאָר, עטוואָס ווייניגער אין די פּלעצער וואָס זיינען ערווייטערט פון דעם עקוואַטאָר, און צו דערזעלבער צייט טראָגט זיך די ערד מיט אן אונגעהייערער שנעלקייט פון אכצעהן מייל יעדע סעקונדע אין א ראָד ארום דער זון. און די גרויסע מאיעסטעטישע זון אליין, דער קוואל פון ליכט און וואַרעמקייט, פון לעבען און בעוועגונג דאָ אויף דער ערד און אויף אַלע אנדערע פּלאַנעטען וואָס דרעהען זיך אין זייערע קרייזען אַדער עליפּסען ארום איהר, ווי עס איז יעצט פעסטגעשטעלט געוואָרען, שטעהט ניט אויף איין פּלאַץ, נאָר זי טראָגט זיך מיט א ערשטוינענדע געשווינדקייט אין דעם אלל־וועלטליכען רוים, אין וועלכען זי, די גרויסע און מעכטיגע זון, זעהט אוים ניט מעהר ווי א קליין אונבעדייטענדע פּינטעלע. הייסט דאָס אז אן אבסאָלוטע רוהע, א צושטאַנד פון ניט בעוועגונג איז נאָר אויף דער וועלט ניטאָ, ניט מיר ווייסען און ניט מיר קענען גאָר וויסען פון אזאַ צושטאַנד.

וועז מיר רייידען שוין יא פון רוהע, מיינט מען מיט דעם ניט די אבסאָלוטע רוהע, נאָר א פערהעלטניסמעסיגע אַדער רעלאטיווע רוהע, דאָס הייסט אין פערגלייך מיט אנאנדער געגענשטאנד, דאָס זעלבע איז אויך מיט דעם וואָרט "בעוועגונג„ אין

צווייטער קאפיטעל

בעוועגונג און רוהע.

דאכט זיך, וואס קען שוין זיין איינפאכער ווי די דאזיגע צוויי ענטגעגענזעצטע צושטענדען פון מאטעריע, יעדע זאך געפינט זיך אדער אין דעם צושטאנד פון בעוועגונג אדער אין דעם היפך פון בעוועגונג, דאס הייסט אין דעם צושטאנד פון אונבעוועגליכקייט אדער רוהע, און דאך, אויב מיר טרעפטען צו צו בעטראכטען דעם ענין אביסעל טיפער, וועלען מיר גלייך דערזעהן אז די זאך איז נאר ניט אזוי איינפאך ווי עס האט זיך אונז געדאכט פון אויבען אויף. א מאן פאהרט אויף א וועליסאפעד, דער וועליסאפעד בעוועגט זיך, דאס זעהען אלע, ניט נאר דערפאר וואס איהר זעהט, אז זיינע רעדער דרעהען זיך, נאר הויפזעכליך דערפאר, וואס איהר זעהט דעם וועליסאפעד אין איין מאמענט דא און אין דעם צווייטען מאמענט שוין אויף איין אנדער פלאץ וויט פון אייך, אזוי ווי צוזאמען מיט'ן וועליסאפעד ערווייטערט זיך אויך פון אייך דער מענש וואס זיצט אויף איהם, זאגט איהר דאך, אז דער מאן בעוועגט זיך, עס מאכט נאר ווענig אוים צי דער מאן מוז צוליעב דעם צוועק ארבייטען אדער בעוועגען מיט זיינע פים צי ניט, דער מאן וואס ארבייט מיט זיינע פים אום צו טרייבען דעם וועליסאפעד, קען דאך נעהמען מיט זיך א צווייטען, וועלכער קען זיך זיצען גאנץ רוהיג און איהר וועט מוזען צוגעבען אז די ביידע מענשען פאהרען אדער בעוועגען זיך מיט דער זעלבער שנעלקייט, דער צווייטער אזוי גוט ווי דער ערשטער, וואס מוז מאכען געוויסע קערפערליכע בעוועגונגען אום צו טרייבען דעם וועליסאפעד. אדער נאך בעסער, נעמט אוא ביישפיעל, א מאן געהט ארום אויפ'ן דעק פון א שיף, וואס בעוועגט זיך מיט א געוויסער שנעלקייט און האלט אין האנד א באל, אדער ווי מען רופט דאס אין רוסלאנד א פילקע: אויב ער שפיעלט זיך מיט'ן באל און ווארפט איהם ארום, וועט דאך יעדערער מוזען צוגעבען, אז דער באל בעוועגט זיך: קענען מיר דען זאגען אז ער בעוועגט זיך ניט, וען דער מאן האלט איהם אין זיין האנד, און שפאצירט ארום איבער'ן שיף מיט'ן באל אין זיין האנד? און וען אפילו דער מאן זאל אויפהע-

בייטען זייער לאנג פון צייט צו צייט רופען מיר די בעוועגונג פון די מאסען לופט אדער אנדערע גאזען מעכאניש בעוועגונגען. וועז אין ווינטער־צייט וועלען די טייכען אין די קאלטע געגענדען בערעקט מיט אייז, ווייסען מיר דען ניט, אז די מאסען וואסער אונטער'ן אייז, בעוועגען זיך גאנץ אגאל, צי מיר זעהען זיי צי ניט?

אז א ראד דרעהט זיך זעהר שנעל, הערען מיר אויף צו זעהען זיין בעוועגונג, הייסט דאס דען, אז דער ראד געפינט זיך אין א צושטאנד פון רוהע דערפאר, וואס מיר קענען ניט זעהען זיין בעוועגונג? אויב איהר קענט די בעוועגונג ניט פיהלען מיט די אויגען, פרופט נאר אנטאפען דעם ראד, וועט ער שוין נאר גוט דערפיהלען זיין צושטאנד פון בעוועגונג. אזוי דערפיהלען מיר די בעוועגונגען פון גאזען, אויב ניט מיט די אויגען, איז מיט די אויערען, מיט דער נאז, מיט'ן גאנצען גוף, א בלינדער הערט מאנכעם מאל די בעוועגונגען פון מאנכע זאכען, ווי די בעוועגונגען פון א צוג, פון קארעטען, פון מענשען, א. ז. ו. דורך די לופט בעוועגונגען וואס זיי פעראורזאכען, פיעל בעסער ווי מיר זעהענדיגע טהוען דאס מיט די אויגען.

מיר ווייסען אלע, אז די זאכען דא אויף דער ערד בייטען זעהר אפט דעם צושטאנד פון רוהע אויף דעם צושטאנד פון בעוועגונג און פארקעהרט. וועז מיר בעטראכטען די אומשטענדען אדער אורזאכען, וואס רופען ארויס דעם איבערגאנג פון איין צושטאנד צו דעם אנדערען, געפינען מיר אז איין כאראקטעריסטישע אייגנשאפט גילט פאר אלע זאכען סיי אין רוהע סיי אין בעוועגונג, און דאס איז די נייגונג, די טענדענץ פון זיי אלע צו פערבלייבען אויף אימער אין דעם צושטאנד אין וועלכען זי געפינט זיך: א מין קאנסערוואטיזם, א ווידערשטאנד געגען בייטען דעם צושטאנד. געפינען מיר די זאך אין א צושטאנד פון רוהע אין פערגלייך מיט אן אנדערע זאך, שטרעבט זי צו פערבלייבען אזוי אימער און פערקעהרט; הויבט זי זיך אן צו בעוועגען, האט זי די זעלבע טענדענץ אויף אימער אלץ ווייטער און ווייטער אוועקצוגעהען פון דעם גענגנשטאנד, אלץ מעהר און מעהר צו פערגרעסערען די שטרעקע צוויישען איהר און דעם גענגנשטאנד, מיט וועלכען זי הגט זיך פריהער פערהאלטען אין א צושטאנד פון רוהע.

דעם מעכאנישען זין. עס איז אמת, אז אין דער נאטור הערשט איבעראל דער פרינציפ פון בעוועגונג, ווי מיר האבען פריהער געזאגט, דער צושטאנד פון ניט־בעוועגונג איז ניטא אין דער פיזיקאלישער וועלט, אויב עס בעוועגט זיך ניט דער גאנצער קער־פער, דער גאנצער שטיק שטאף, בעוועגען זיך דאך זיינע קלייניע טיילבעלעך, די זאגענאנטע מאלעקולען און די אטאמען אין די מאלעקולען. אבער וועז מיר געברויכען דאס ווארט אין מעכא־ניקע און מיר זאגען, אז די אדער יענע זאך בעוועגט זיך. מיינען מיר מיט דעם קיין אנדערע זאך ווי צו בעהויפטען, אז די זאך בייט פון צייט צו צייט איהר לאגע אין פערגלייך מיט אן אנדערע זאך.

אין די מיסטע פעלען איז די אנדערע זאך, מיט וועלכער מיר פערגלייכען זיי, די ערד אליין און מיט די זאכען וואס שטעהען פעסט איף איהר ווי די ערד, די בוימער די הייזער, א. ז. ו. אמאל זיינען דאס אנדערע זאכען ארום אונז. וועז א ראד, א דרייר־דעל, אדער ווי עס הייסט אין ענגליש א טאפ, דרעהט זיך אויף איין ארט, הייסט דאס, אז ער בעוועגט זיך אין פערגלייך מיט דעם טיש, אין פערגלייך מיט די וועגט, אדער מיט די אנדערע ארומיגע זאכען; אט איז אין איין מאמענט דאס זייטעל פון דעם טאפ, אדער דער פונקט פון דעם ראד געווען נאהנט צו דער וואנט, און אט האט אין א צווייטען מאמענט דיעזעלבע זייטעל, דערזעלבער פונקט געביטען זיין לאגע און האט זיך דערווייטערט פון דער וואנט.

מיר האבען אויבען געזאגט, אז מעכאניק בעטראכט די בע־וועגונגען, וואס יעדער קען זעהען. דאס איז ריכטיג נאר אין בע־צוג אויף די הארטע אדער פליסיגע שטאפען. ווי איז אבער דער פאל מיט די מאסטען שטאפען וואס געפינען זיך אין דעם צו־שטאנד פון גאזען, ווי די לופט וואס רייננעלט ארום אונזער ערד, והאס איהר מאסע הריקט אויף יעדער קוואדראט פוס (דאס הייסט א פוס אין דער בריט אין א פוס אין דער לענג) מיט א כוח פון איבער צוויי טויזענד פונט? דאס וואס מיר קענען ניט זעהען די שטאפען מאכט א קנאפען אונטערשיעד, כל זמן מיר ווייסען, כל זמן מיר בעדרייפען אז זיי בעוועגען זיך אלס א מאסע שטאף, און

פון יערער זאך צו שטרעבען צו דעם צושטאנד פון רוהע, און אז אויסערליכע כוחות מוזען שטענדיג אָנגעוועגדעט ווערען, וועז מען ווי זיי האלטען אין דעם צושטאנד פון בעוועגונג, און אז אימער נייע פרישע שטויסען פון אויסערליכע קרעפטען זיינען נויטיג אום צו בייקומען זייער נאַטירליכען ווידערשטאנד צו בעוועגונג.

נאָך איינפאכע עקספּערימענטען קענען אונז לייכט איבערצייגען אין דער פאלשקייט פון דיעזע אונזערע אויבענאויפעדיגע שלוסען. נעהמט אנשטאט א געוועהנליכען באל — א ביליארד־באל, וועלכער איז אבגעטאקט און אָבגעפאלירט אויף פיינסטען ארט, און אנשטאט די טראטואר שטיינער נעהמט א גלאטען, פיין געפאלירטען טיש און לאָזט דעם ביליארד־באל זיך קיקלען אי־בער דעם גלאטען טיש, איהר וועט לייכט אויסגעפינען, אז מיט דעם זעלבען שטויס, מיט דער זעלבער קראפט וועט דער ביליארד־באל זיך קיקלען איבער'ן געפאלירטען טיש א פיעל גרעסערע שטרע־קע און פיעל לענגערע צייט, ווי עס וועט זיך קיקלען פון דעם זעלבען שטויס א באל איבער'ן טראטואר. דיעזעלבע קראפט איז דאכט זיך, געברויכט געווארען אין בריידע פאלען, און דאָך איז דאָ אזא אונטערשיעד אין דער צייט און אין דער שטרעקע פון דעם באל'ס בעוועגונג. מיר האָבען נאָר אביסעל געביטען די אומשטענ־דען אונטער וועלכע דער באל בעוועגט זיך, מיר האָבען נאָר פער־קלענערט די רייבונג, וואָס קומט געוועהנליך פאר צוויישען דער זאך וואָס בעוועגט זיך און די זאכען, איבער וועלכע זי בעוועגט זיך, מיר האָבען נאָר אביסעל אָבגעראָמט די שטערונג, וואָס לאָזט ניט די זאכען בעוועגען זיך און מיר האָבען מיט דערמיט אליין, ניט אָנווענ־דענדיג קיינע נייע, פרישע קרעפטען, פיעל פערלענגערט די בע־וועגונג אין דעם באל.

דאָס זעלבע וועלען מיר אויך געפונען אין דעם פאל פון דעם פאָמפּעדיקעל. וואָס דינער, וואָס גלאָטער מער וועלען מאכען די שפילקע אויף וועלכע עס הענגט דער פאָמפּעדיקעל, וואָס וויניגער עס וועט זיך אונז איינגעבען צו מאכען די רייבונג צווישען זיין הענגער און די זאכען אויף וועלכע דער פאָמפּעדיקעל הענגט, אלץ לענגער וועט דער פאָמפּעדיקעל זיך בעוועגען הין און צוריק פון

מיר מוזען זיך אביסעל לענגער אפשטעלען אויף דיעזער אל־
געמיינער אייגענשאפט פון אלע זאכען אין דער וועלט אויפצוהאלטען
אויף אייביג דעם צושטאנד פון רוהע, אדער בעווענונג אין וועל־
כער זיי געפינען זיך, דאס יעדע זאך וואס געפינט זיך אין רוהע.
מוז אימער בלייבען אין רוהע, ביז וועלכע עס איז אורזאכע וועט
איהר פון דיעזע רוהע אריוספיהרען און פערקעהרט, וועז א זאך
בעווענט זיך מוז זי זיך אימער בעווענען מיט דער זעלבער געשווינד־
קייט און אימער אין א גלייכער ליניע, ביז א קראפט אדער אור־
זאכע וועט ענדערען די געשווינדקייט, די ריכטונג אדער אין נאנצען
אפהאלטען איהר בעווענונג. וואס א זאך קען פון זיך אליין, אהן
קיין שום אורזאכע ניט אנהויבען זיך צו בעווענען, איז אזוי קלאר
פאר יעדען, אז וועגען דעם קענען מיר פערשפארען צו רייד־ען.
אבער אז, וועז אזא זאך איז אין בעווענונג, קען זי פון זיך אליין
ניט קומען צו רוהע און מוז זיך אימער בעווענען מיט דער זעלבער
שנעלקייט, דאס זעהט שוין אוים ניט אזוי קלאר, ווייל אין אמת'ן
זעהען מיר דאך גראדע פארקעהרט, אז א זאך וואס האלט זיך אין
בעווענען, געהט אלץ לאנגזאמער און שטעלט זיך אין א קורצע צייט
אין נאנצען אפ.

איהר גיט א קייקעל א באל איבער'ן טראטואר, קייקעלט
ער זיך וואס ווייטער אלץ לאנגזאמער, ביז אין א גאנץ קורצער
צייט שטעלט ער זיך אפ. איהר לאזט אוועק דעם פאמפעדיקעל פון
א שטייענדיגען זייגער, שאקעלט ער זיך הין און צוריק א ווייל
ע־ שאקעלט זיך אלץ שוואכער און שוואכער, ביז ער שטעלט זיך
אין נאנצען אפ. איהר גיט א דרעה א דריידעל אויף'ן טיש —
דרעהט ער זיך א ווייל אזוי האסטיג, אז מען זעהט קוים וואס דאס
איז; באלד אבער הויבט ער זיך אן צו דרעהען שוואכער און באלד
נאך שוואכער און אזוי ווייטער ביז ער שטעלט זיך אין גאנצען
אפ און פאלט אנידער. דאס ווייזט דאך, דאכט זיך, אז א זאך
וואס געפינט זיך אין בעווענונג האט יא די טבע פון זיך אליין צו
נעהמען זיך בעווענען לאנגזאמער און פון זיך אליין יא אין דער רוהע
צו קומען? דאכט זיך, וואס קען זיין ריכטיגער ווי די נאטירליכע
שלוסען, וואס יעדער זיהט פון די עטליכע אנגעצייגטע און טוי־
זענטער אנדערע עהנליכע ערפאהרונגען, אז עס ליגט אין דער טבע

בעוועגונגען פון גאנצע שטיקער שטאף, האבען מיר דא אייביגע מאלעקולארע און אטאמישע בעוועגונגען. און אפשר וועט נאך מעג־ליך זיין אין די לעצטע קאפיטלען פון דעם ביכעל צו צייגען, אז אייגענטליך ווערט די מעכאנישע בעוועגונג פערוואנדעלט אין מא־קולארע און אטאמישע בעוועגונגען און די אייביגקייט פון בעוועג־גונג, אויב אפילו אין אן אנדערע פארמע, האלט אויס ריכטיג דא אויף דער ערד.

מיר זעהען אז דער ריכטיגער אמת איז גראדע דער היפוך פון דעם וואס האט זיך אויסגעווייזען פון אונזערע ערשטע אויבערפלעכיכע ערפאהרינגען, און ניט רוהע איז די טבע פון מאטעריע, נאר דער צושטאנד פון אויביגער בעוועגונג איז איהר טבע.

וואס אנבעלאנגט די פערשיעדענע פארמען און סארטען פון בעוועגונג ווערען זיי איינגעטיילט אין מעכאניק: נאך דער גע־שווינדקייט נאך, און די פאלגענדע 3 סארטען.

(1.) די איינפארמיגע בעוועגונג רופט מען א בעוועגונג, ווען די זאך מאכט אין יעדען מאמענט פון צייט איינע און די זעלבע גלייכע שטרעקע, לאמיר זאגען ווען זי מאכט אין יעדע סעקונדע פון איהר בעוועגונג 10 פוס, אט די צוהן פוס יעדע סעקונדע הייסט אין כיעכאניק: די זאך האט א קאנסטאנטע געשווינדקייט פון צוהן.

(2). די וואריירענדע בעוועגונג, דאס איז דער היפוך פון דער ערשטער. איינפארמיגער בעוועגונג; דאס הייסט די זאך בעוועגט זיך און מאכט אין גלייכע מאמענטען פון צייט ניט גלייכע שטרעקען, זי האט ניט קיינע קאנסטאנטע געשווינדקייט.

(3.) די איינפארמיג־וואריירענדע, דאס איז וועו די גע־שווינדקייט בייט זיך טאקע אין יעדען מאמענט, נאר דאס בייטען זיך געהט אן מיט א געווייסער איינפארמיגער רעגעלמעסיגקייט, די גע־שווינדקייט וואקסט אדער פאלט אב יעדע סעקונדע די זעלבע צאהל פוס,

א ביישפיעל פון אזא מין בעוועגונג שטעלען מיט זיך פאר אלע זאכען, וואס פאלען פריי צו דער ערד. יעדע סעקונדע קריגען זיי א צוואוקס פון 32 פוס אין דער געשווינדקייט פון זייער בעוועגונג אדער זייער פאלען צו דער ערד, אזוי אויך די זאכען וואס ווערען דורך וועלכע עס איז קראפט געווארפען גלייך אין דער הויך ארויף

פונקט דעם זעלבען שטוים. נאָך בעסער שטעלט אוועק דעם פאַמ־
פּעדיקעל אונטער אַ גרויסע גלאָז, פון וועלכער מען קען אַרויספּאַמ־
פּען מיט א לופט־פּאַמפּ די לופט, און די צייט פון זיין בעווע־
גונג וועט זיך פיעל, פיעל פערלענגערן. דאָס בעווייזט, אז די לופט
איז נאָך אַ שטערונג צו דער אונאויפהערליכער בעווענגונג פון זא־
כען. אויך אזא שטייגער, ביסלעכווייז אַבראַמענדיג איין שטערונג
נאָך דער אַנדערער, האָט זיך אונז איינגעגעבען פיעל צו פערלענ־
גערן די צייט פון בעווענגונג אָהן די הילף פון וועלכע עס איז נייע
קראפט־שטויסען. עס פערשטעהט זיך, אז אונז וועט זיך קיינאַמל
ניט אייגעבען צו בעפריען אין גאנצען די זיך בעווענגנדע זאך
פון וועלכער עס איז רייבונג מיט די אנדערע זאכען, די זאך בע־
וועגט זיך דאָך ניט אין דעם גרויסען וועלט־רוים, זי מוז דאָך קו־
מען אין בעריהרונג מיט די זאכען איבער וועלכע זי בעווענגט זיך,
אדער אויף וועלכע זי הענגט, ווי דין עס זאָל ניט זיין דער פּין
אויף וועלכען דער פּאַמפּעדיקעל הענגט, ווי פאַלירט, ווי הארט אוין
שארף עס זאָלען ניט זיין די שפּיצען, וואָס ריהרען אָן אייניע די
אנדערע, אין גאנצען קען דאָך די רייבונג ניט פערניכטעט ווערען,
אויך קען מען דאָך די לופט אפילו דורך די בעסטע לופט־
פּאַמפּען אין גאנצען ניט אויספּאַמפּען, דערפאר קענען מיר דא
אויך דער ערד ניט בעוויזען צו זעהען די אייביגע בעווענגונג.

אויב מיר זעהען דאָס ניט דא אויף דער ערד, זעהען מיר דאָס
יא אין די שטערען, די פלאַנעטען, די זונען, די קאָמעטען. זיי
בעווענגען זיך איסער אוין אימער מיט דערזעלבער שנעלקייט אין
זייערע קרייזען, אוין עס איז גאר ניט אזוי שווער צו קומען צום
שלום, אז אויב מיר וואָלטען דא אויף דער ערד געקענט אבשאפען
אזא הינדערניסען, אזא שטערונגען צו בעווענגונג, וואָלט דא אויך
יעדע זאך זיך בעווענט אייביג אוין אימער, מיט דער זעלבער שנעל־
קייט, ווי זי האָט אנגעפאנגען איהר בעווענגונג.

אוין אין דער אמת'ן, האָבען מיר דא אויף דער ערד, אוין אין
יעדער זאך, וואָס געפינט זיך אויף דער ערד, אויך אַן אייביגע בע־
וועגונג פון איהרע מאלעקולען אוין אטאמען. אבער דאָס געהערט
שוין ניט צו דעם געביט פון מעכאניקע. אויב א דאנק די שטערונ־
גען דא אויף דער ערד האָבען מיר ניט קיינע אייביגע מעכאניש

דריטער קאפיטעל

רייבונג.

די פערגרעסערונג אדער פערקלענערונג פון רייבונג היינגט אפ פון פיעלע אומשטענדען, עס היינגט אפ פון דעם כאראקטער פון די פלאכען וואס קומען אין בעריהרונג, וועז די זאכען בעוועגען זיך איינע איבער די אנדערע, עס היינגט אפ פון די מאטריאלען פון די זאכען, צי זיי זיינען גענאכט פון שטאל, אייזען, האלץ, בראנזע, שטוין, געוואנט, א. ז. וו. עס היינגט אפ פון דער שווערקייט, פון דעם געווייכט, און פון דעם דרוק וואס ווירקט אויף די פלאכען, עס היינגט אויך אפ פון דער געשווינדקייט פון דער בעוועגונג, אויך פון דעם כאראקטער פון דער בעוועגונג, צו די בעוועגונג איז א גליטשיגע אדער א קייקעלדיגע. איידער מיר וועלען זיך נעהמען צו בעטראכטען יעדען פונקט בעזונדער, לאמיר זעהען צו פערשטעהן דעם עצם פון רייבונג, לאמיר זעהען בעגרייפען אין וואס אייגענטליך בעשטעהט דאס די רייבונג צווישען זאכען? אויב מיר וועלען דאס פערשטעהן, וועט אונז פיעל קלארער ווערען, ווארום די רייבונג בייט זיך אזוי פיעל פון אזוי פיעל פערשיעדענע אומשטענדען: און מיר וועלען קענען פאראויסזעהן דיזע פערשיעדענע ענדערונגען איז דער רייבונג צווישען זאכען.

איז אן אונגעהובעלטע שטיק האלץ דאדף מען ניט קיינע פערגרעסערונג גלעזער אום צו זעהען די ניט גלאטקייט איהרע, מען מוז מיט פארזיכטיגקייט פיהרען מיט די הענד איבער איהרע פלאכע זייטען אום די שטארצענדע קלייניגקע שפיציגע שטיקלעך האלץ זאלען זיך ניט אברייסען און פערשטעכען די פינגער. און אפילו די העכסט פאלירטע שטיק האלץ, וועלכע פיהלט זיך אזוי גלאט, וועז איהר זאלט דאס בעטראכטען מיט א וועלכע עס איז פערגרעסערונגס גלאז, וועט אויסזעהן פול מיט גריבלעך און בערגלעך: דאס זעלבע איז ריכטיג וועגען אלע הארטע זאכען, אויסער פליסיגקייטען און גאזען.

פון דער ערד. די געשווינדקייט פון זייער פליהען ארויף צו ווערט אין יעדער סעקונדע אלץ קלענער מיט 32 פוס*).

צווייטענס, נאך דער ריכטונג נאך וועלכער די בעוועגונגען אויך איינגעטיילט אין 3 סארטען: (1) די בעוועגונג פון טראגען זיך, אדער ווי זי הייסט אין מעכאניקע די בעוועגונג פון טראפלאצירן, ווען יעדער פונקט פון דער זאך האט די זעלביגע געשווינדקייט פון בעוועגונג, גאנץ עגאל צי זי בעוועגט זיך אין א גלייכער ליניע צו אין א קרומער, צי די בעוועגונג פון א וואגען, צי פון א מענשען וואס לויפט אדום אן ארום אין א צירק. (2.) די בעוועגונג פון דרייען זיך, אדער ווי זי הייסט אין מעכאניק, די בעוועגונג־פון „ראטאציאן", ווען די זאך בעוועגט זיך ארום אן אקס, אזוי ווי א ראד ארום אן אקס, אדער ווי א דרייד־ל, אין דעם פאל דרייען זיך ניט אלע טיילען פון דער זאך מיט דער זעלבער געשווינדקייט. די טיילען, וואס נעהענטער צו דעם אקס, בעוועגען זיך אלץ לאנגזאמער, די אקס אליין בעוועגט זיך גאר ניט, און וואס ווייטער די פונקטען זיינען פון דער אקס, אלץ שנעלער בעוועגען זיי זיך. (3.) א בעוועגונג וואס איז א קאמבינאציאן פון די ביידע, אזוי ווי א ראד פון א וואגען, ער דרעהט זיך ארום זיין אקס און צו דער זעלבער צייט טראגט ער זיך צוזאמען מיט דעם וואגען.

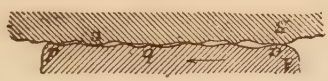
מיר האבען געזעהן, אז די הויפט אורזאכע, וואס מאכט אונמעגליך צו זעהן דא אויף דער ערד זאכען זאלען זיך בעוועגען אויביג לינט אין די רייבונג צווישען די זאכען איבער וועלכע זיי מוזען זיך בעוועגען. דאס אייגענע וועט זיך ארויסציגען, ווען מיר וועלען צוטרעטען צו בעטראכטען די איינפאכסטע מאשינען. מיר וועלען אונטער קיינע אומשטענדען ניט קענען ארויסקריגען פון דער איינפאכסטער מאשינע די ארבייט, דעם אויסגערעכענטען גרויסען פון קראפט און שנעלקייט וועלכע מיר האבען געדארפט ארויסקריגען פון איהר נאך דער טעאריע נאך, נאך די אויסגעפונענע גרויסען פון איהר ארבייט נאך. דערפאר גלויב איך איז נויטיג צו געבען וועגען דעם ענין פון רייבונג א מעהר אויספיהרליכע אבהאנדלונג.

---

*) זעה מיין מעכאניקע, זייט 40—50.

אייביגע בעווענונג איז דאס דערפאר, ווייל דא אויף דער ערד אוז אויף איהרע שטאפען איז ניטא אזא זאך ווי א גלייכע ליניע אוז אפילו אויף די פלאכען פון דער העכסט געקינסטלטער פאליורונג געפינען זיך ניט קיינע גלייכע ליניען, אוז דערפאר איז דאס אונטערגליך דא צו האבען אן אייביגע בעווענונג אין א גלייכער ליניע. אוז אין דעם פאל פון פליסיגקייט אוז לופט וואו עס איז יא מעגליך צו ריידען ווענען א בעווענונג אין א גלייכער ליניע, איז דא אנדער מניעה, די זאך, וואס בעווענט זיך אין לופט אדער אין וואסער איז ארומגערינגעלט פון זיי אוז אום צו בעווענען זיך מוז די זאך פענאנדער טהייען, שנייידען די לופט אדער די וואסער, אויסער דעם מוז זי צו דערזעלבער צייט זעצען אין בעווענונג די גאזען אוז די פליסיגקייטען אין ווילכע זי, די זאך געפינט זיך אין בעווענונג. לאמיר יעצט אריבערגעהען צו בעטראכטען בעזונדער יעדען פונקט וואס ווירקט אויף די פערקלענערונג אדער פערגרעסערונג פון רייבונג. וועגען דעם פונקט, אז די רייבונג היינגט פיעל אפ פון די גלאטקייט אוז ניט גלאטקייט פון די פלאכען וואס בעווענען זיך איינע איבער די אנדערע, איז שוין פיעל געריידט געווארען, אוז דאס איז די אורזאכע ווארום מען פאליירט אזוי פיין ווי מעגליך אלע טיילען פון מאשינען, וואס אין בעווענונג מוזען זיך רייבען איינע געגען די אנדערע, אוז ביין ארבייטען ווערען די טיילען נאך מעהר פאליירט אוז די רייבונג ווערט פערקלענערט. דאס ערקלעהרט די אלגעמיינע ערפאהרונג אז א שפאגעל נייע מאשין ארבייט פיעל מאל ערגער ווי איין איינגעארבייטע מאשין. דער צווייטער פונקט, אז וואס גרעסער דער דרוק צווישען די אויבערפלאכען וואס בעווענען זיך איינע איבער די אנדערע, אלץ גרעסער איז די רייבונג צווישען זיי. איז אויך לייכט צו פערשטהן. וואס שווערער דער דרוק צווישען זיי, אלץ פעסטער ווילען זיך איינשליסען די פלאכען, אלץ טיעפער ווילען זיך איינפרעסען די בערגעלעך אוז גריבעלעך איינע אין די אנדערע. א דינער לייכטער שטיקעל פאפיר לינגעדיג אויף א שטיק האלץ אדער אופן טיש וועט קומען אין ווירקליכער בעריהרונג מיט'ן קלאץ אין א פיעל קלענערער צאהל פונקטען, ווי א שווערער שטיק אייזען אדער האלץ, דער שטיקעל פאפיר אויפ'ן טיש בלייבט ליגען, אזוי צו זאגען, אויבען אויף, אוז

פיגור 1.



איפוסטרירט די רייבונגען צווישען פלאכען.

די פיגור צייגט ווי עס זעהען אויס די פלאכען פון צוויי שטיק־לעך האלץ וועלכע זיי לייגען אייגע אויף די אנדערע. איהר זעהט ווי אין אייניגע פונקטען שליסען זיך איין די צוויי שטיקלעך האלץ, דאס הייסט די בערגלעך פון אייגער דרינגען אריין אין די גריבלעך פון דער אנדערער, אין אנדערע פלעצער קומט א גריבעלע געגען א גרי־בעלע און עס זעהט אויס ווי צוויי האלבע קאפעס איבערגעקערט איינע איבער די אנדערע, אין אנדערע פלעצער קומט אויס א בער־געלע איבער א בערגעלע און דערלאזען ניט די ארומיגע פונקטען פון די צוויי שטיקלעך האלץ צו קומען אין בעריהרונג אייגע מיט די אנ־דערע, בערגעסט ניט אז די בערגלעך און די גריבעלעך זיינען פון פערשיעדענער גרויס, און אין די צוויי שטיקלעך האלץ האט דאך קיינער אויף זיך ניט געזומען די אויפגאבע צו מאכען אז די גריבע־לעך און די בערגעלעך פון אייגער זאלען זיך איינפאסען מיט די שפיצען און טהאלען פון דער אנדערער. וועלען מען זאל נעהמען שלע־פען דעם אויבערשטען שטיק האלץ איבער דעם אונטערשטען, וועט צו יעדען מאמענט פארקומען א נייע איינשליסונג פון די צוויי פלא־כען וואס לייגען אייגע איבער די אנדערע, און מען מוז צו יעדען מא־מענט אנווענדען פרישע כחות ארויסצושלעפען זיי פון דיזער אייג־שליסונג. אויסער דעם וואס א טייל פון דער קראפט וועט פערברויכט ווערען אויף אבצורייסען די טויזענדע שפיצען און בערגלעך און צו פערשיטען די גריבלעך און אזוי ארום צו בעשאפען א גלאטערען וועג פאר דער בעווענונג פון דעם אויבערשטען שטיק האלץ איבער דעם אונטערשטען. די רייבונג נראדע צייגט אונז ווי ריכטיג עס איז אונזער ערקלעהרונג אז א זאך וואס בעווענט זיך דארף זיך אימער אזוי בעווענגען מיט דערזעלבער שנעלקייט און אין א גלייכער לייניע. אויב אויף דער ערד אן אויף די זאכען וואס זיינען אויף דער ערד, זעהען מיר ניט קיינע

טיגען בילד וואס מיר האבען פריהער געקראגען וועגען דעם ענין. עס איז זעלבסט פערשטענדליך, או וועו די זאך בעווענט זיך, וועט איהר פלאכע זייט וואס קומט אין בעריהרונג מיט די פלעצער איבער וועלכע זי בעווענט זיך, ניט קענען אזוי פעסט אן טיפע איינשליסען זיך איינע מיט די אנדערע, ווי אין דעם פאל וועו זיי בלייבען ליגען רוהיג איינע אויף די אנדערע. וועו איהר לויפט איבער א פלאץ וואס איז פול מיט גריבעלעך האט איהר מעהר שאנסען אויסצומיידען זיי, ווי וועו איהר שלעפט זיך לאנגזאם, שנעלל געהענדיג וועלען אייערע פים ניט אזוי טיפע זינקען אין בלאטע ווי וועו איהר שטעהט אויף איין ארט. א שטיינדעל קען א לאנגע צייט בלייבען רוהיג ליגען הויך אויף א משופערדיגען בארג אן איינמאהל וועו איהר גיט איהם א ריהר, ער זאל זיך אנפאנגען צו בעווענגען זיך, וועט ער זיך ארופקייקלען בארג ארופ א לאנגע שטרעקע, ביז צו פוס פון בארג צו. וועו דער שטיינדעל איז געלעגען רוהיג אויף דעם משופע׳דיגען בארג איז די רייבונג צווישען איהם אן דעם בארג נעווען גרויס נעגוג אום אויפציהאלטען איהם אויפ׳ן פלאץ אן ניט לאזען איהם ארופקייקלען זיך, וועו ער האט זיך אבער אנגעהויבען צו בעווענגען, וועלט שוין די רייבונג צווישען איהם אן דעמזעלבען בארג שוואבער אן זי קען איהם ניט אפהאלטען פון בעווענגען זיך. דער וויטערדיגער צו־וואקס פון שנעלקייט מאכט שוין א קלייגעם אונטערשייד, סיידען דער צו־וואקס איז אונגעהויער גרויס. אין דעם הינזיכט איז דא א גרויסער אונטערשייד צווישען הארטע זאכען אן פליסיגע ארער גאזען. עס איז פריהער אנגעצייגט געווארען דער אונטערשייד אין דעם כאראקטער פון רייבונג וואס קומט פאר אין הארטע זאכען, וועו זיי בעווענגען זיך איבער די פלאכען פון אנדערע הארטע זאכען, אן וועו זיי בעווענגען זיך למשל אין וואסער אדער אין לופט. אין הארטע זאכען איז די רייבונג גרעסער, וועו זיי ליגען רוהיג איינע אויף די אנדערע, וועו איינע פון זיי הויבט זיך אן צו בעווענגען איבער דער אנדערער וועלט די רייבונג קלענער, די שנעלקייט אבער פון דער בעווענגג האט א קנאפען אויפלום אויף צו פערקלענערען די רייבונג. וועו אבער א קויל למשל טראגט זיך דורך די לופט אדער א שיף

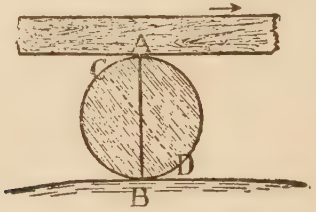
דער שוועכער שטיק אייזען אַדער האָלץ וועט זיך דורך זיין שוועכען דרוק איינעסען אין טיש. וועז איהר נעהמט א צוואנג ארויסצוציהען א נאַגעל, זעהט איהר צו פערכאפען דעם נאַגעל אין דעם צוואנג מיט דער גרעסטער קראפט וואָס איהר קענט אַנוועגדען מיט דעם דרוק פון אייער האַנד, וואָס שטאַרקער איהר דריקט צו דעם צוואנג מיט דעם נאַגעל צוזאַמען, אַלץ גרעסער ווערט די רייבונג צווישען זיי, ווארום וואָס האָלט דעם נאַגעל אין'ם האָלץ? — די רייבונג צווישען זיי. אויב דורך דעם דרוק פון אייער האַנד קענט איהר דערגרייכען אז די רייבונג צווישען דעם נאַגעל אוז צוואנג זאָל ווערען פיעל גרעסער ווי די רייבונג צווישען דעם נאַגעל אוז די האָלץ, וועט דער נאַגעל ניט קענען בעוועגען זיך, אַדער אויסגליטשען זיך פון דעם צוואנג אוז וועט מוזען, בייקומענדיג די שוואכערע רייבונג צווישען איהם אוז דעם האָלץ, בעוועגען זיך אַרויס פון דעם האָלץ. קלעטערענדיג איבער א שטריק, זעהט איהר אַנצוכאפען דעם שטריק מיט אייער גאַנצען כוח, אום דורך דעם גרעסערען דרוק אויפ'ן שטריק צו פערגרעסערען די רייבונג צווישען די הענד אוז דעם שטריק, די רייבונג ווערט דורך דעם דרוק אזוי גרויס אז זי קען אויפהאלטען דעם געוויכט פון אייער נאַנצען קערפער אוז לאַזט איהם ניט אַפ; אויב איהר קענט ניט בעווייזען צו דערגרייכען אזא שטארקען דרוק דורך אייערע הענט, וועט דער געוויכט פון אייער קערפער בייקומען די שוואכע רייבונג צווישען די הענט אוז דעם שטריק אוז איהר וועט זיך ארונטערגליטשען אַנשטאַט ארויפצוקלעטערען. צושרויפענדיג די נייה־מאשין צום טיש, זוכט מען דורך דעם שטארקערען דרוק פון דער איינגעשרויפטער מאשינע צו פערגרעסערען די רייבונג צווישען דער מאשין אוז דעם טיש. די פערגרעסערטע רייבונג האלט די מאשין פעסט אויף איהר פלאץ אוז דערלאַזט ניט קיינע בעוועגונגען צווישען דער מאשין אוז דעם טיש. דער געוויכט אליין פון דער מאשין האָט אין זיך ניט גענוג דרוק דאָם צו דערווייזען.

וואָס אנבעלאַנגט דעם דריטען פונקט אז די רייבונג איז ניט די זעלבע וועז די זאכען רוהען אייגע אויף די אַנדערע, אַדער וועז זיי בעוועגען זיך, קען מען איהם אויך פאראויסזעהען, פון דעם ריכ־

פונט. אויב די פלאכע ארום און ארום איז צעהן פוס גרויס, וועט זיך דער דרוק פון די הונדערט פונט צושפרייטען איבער די צעהן פוס, זאל מען די פלאכע ארום און ארום פערקלענערען אויף איין פוס, זאלאנג דער וואג פון דעם שטיק אייזען וועט בלייבען דיזעלבע הונדערט פונט, ווען דער שטח פון איין פוס האבען אויף זיך דעם גאנצען דרוק פון די הונדערט פוס, און מיר וועלען גאר נישט געווינען דערביי. דאם וואס מען זוכט צו מאכען די אקסען פון די רעדלאך און די פיינסטע מעכאניזמען פון זייגערלאך וואס שפיציגער, האט ניט צו טהאן מיט דער רייבונג. דאס האט צו טהאן מיט די געזעצען פון לייווערס. ווי מיר וועלען דאס בעטראכטען אין די ווייטערע קאפיטלען איבער די איינפאכע מאשינען.

אויב די פארמע און די גרויס פון די פלאכען האט א קנאפען איינפלוס אויף די רייבונג, האט שוין די פארמע פון דער בעוועגונג— ציי די בעוועגונג איז א גליטשעדיגע אדער א קייקעלדיגע—יא א ווירקונג אויף די רייבונג. וועז איהר לעגט אונטער צוויישען צוויי פלאכע שווערע זאכען קיילאכדיגע שטיקער פון הארטען האלץ אדער מעטאלענע צילינדערען, ווי למשל שטיקער רונדע פייפס, וועט איהר נעפינען, וועז איהר נעהמט בעוועגען איין פלאכע איבער דער אנדערער, אז די רייבונג צווישען די פלאכען איז געווארען פיעל פערקלענערט, כמעט ווי אין גאנצען פערניכטעט. דאם קומט דערפון וואס די צילינדערען קייקלען זיך און דער דרוק פון דער שווערער מאסע פון אויבען בייט איבער די ריכטונג יעדעם מאל וועז דער צילינדער רוקט אונטער א נייעם פרישען פונקט אונטער די פלאכע וואס בעוועגט זיך איבער איהם און מאכט דעם צילינדער אליין אויף צו קייקלען זיך (פיג. 2) אט האט די באלקע בעריהרענדיג דעם פונקט

פיגור 2.



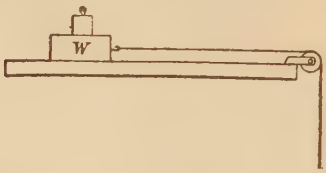
די רייבונג וועז די פלאכען בעוועגען זיך איבער קיילדיגע זכאען.

טראָגט זיך איבער'ן וואַסער, ווערט די שטערונג וואָס די לופט אַדער דאָס וואַסער מאַכט געגען זייער בעוועגונג אַלץ גרעסער, וואָס שנעלער די קויל אַדער די שיף בעוועגען זיך. די שטערונג וואָקסט כפל־כפלים מעהר ווי עס וואָקסט די שנעלקייט פון דער בעוועגונג, דאָס הייסט אויב די שנעלקייט פון דער קויל אַדער דעם שיף זאָל זיך פערגרעסערען אויף 5 מאָהל, ווערט די שטערונג פון דער לופט אָדער פונ'ם וואַסער פערגרעסערען זיך ניט אויף 5 מאָהל, נאָר אויף פינף מאָהל פינף אַדער 25 מאָהל, אָן אין גאָר גרויסע שנעלקייטען ווערט די שטערונג נאָך גרעסער ווי כפל־כפלים. דאָס ערקלעהרט טיילווייז די שוווערקייט פון קענען האָבען גאָר שנעלע צוגעגן. ביי דאָמפּפּ־שיפען פון גרויסער שנעלקייט רעכענט מען אָז די שטערונג פון וואַסער וואָקסט ניט נאָר כפל־כפלים, נאָר כפל־כפל־כפלים, דאָס הייסט ווען די שנעלקייט זאָל זיך פערגרעסערען 2 מאָהל ווערט די שטערונג פונ'ם וואַסער זיין צווייטמאָל צווייטמאָל $2\times2\times2$ אַדער 8 מאָהל. אויב די שנעלקייט פערגרעסערט זיך אויף 3 מאָהל, ווערט די שטערונג פערגרעסערען זיך $3\times3\times3$ אַדער 27 מאָהל, דאָ וואָקסט שוין די שטערונג אונגעהויער. צום ביישפיעל די שיף צעדריק פון דער קאָמפּאַני ווהייט - סטאַר ליין מיט א שנעלקייט פון 17 מייל א שטונדע, האָט געהאַט איהרע אינדזשינס פון 14000 פערד־קראָפט און זי האָט געקענט שלעפען א משא פון 38000 טאָן. און דער שיף „קייזער ווילהעלם דער צווייטער" פון דער קאָמפּאַני נאָרד —דייטשע—לאיד—ליין האָבען א שנעלקייט ניט מעהר פון 24 מייל א שטונדע ניט מעהר ווי 7 מייל שנעלער ווי די ערשטע, האָט געמוזט האָבען אינדזשינס פון 40000 פערד־קראָפט און האָט געקענט האָבען אָנגעלאָדעוועט אם העכסטען א געוויכט פון 26000 טאָן.

קומענדיג צו דער פראָגע, ווי וויים די פאַרמע,און די גרויס פון די פלאָכען האָבען אן אינפלוס אויף די רייבונג, קען זיך פון אויבען אויף אויסווייזען, אז וואָס קלענער די פלאָכע, דאַרף די רייבונג אויף זיין קלענער. דאָס אָבער איז ניט ריכטיג, פערגעסט ניט אז וואָס גרעסער דער דרוק איז די רייבונג, ווי מיר האָבען פריהער בעוויזען, אויף גרעסער. א שטיק אייזען פון הונדערט פונט דריקט אויף דער פלאָכע, אויף וועלכער ער רוהט, מיט א קראפט פון הונדערט

גלאטען ברעט, אדער טיש. פיג. 3. ווערען אוועקגעלעגט פערשיידענע

פיגור 3.



דער קאאפיציענט פון רייבונג.

שטיקער שטאפען פון א נעוויסען וואג. צו דעם אויבערשטען שטיק ווערען דורך א דינע שטריקעל צוגעבונדען געוויכטער פון פערשידענע גרויס, די שטריקעל מיט דעם געוויכט ווערט אריבערגעצויגען אי־בער א פולי, אדער א רעדעל, און דאס הענגט פאזע דעם גלאטען ברעט, מען היינגט אן געוויכטען פון פערשיידענער גרויס, אנהוי־בענדיג פון די קלענסטע ביז דער געוויכט הויבט אן צו בעוועגען דעם אויבערשטען שטיק איבער'ן גלאטען טיש. טייל־ענדיג דעם ג־ווכט וואס איז נויטיג געווען אום צו בייקומען די רייבונג צוויישען זיי און אנצוהויבען צו בעוועגען דעם אויבערשטען שטיק אויף דעם געוויכט פון דעם שטיק זעלבסט, קריגט מען א צאהל וואס דריקט אוים די פערהעלטנים צוויישען די רייבונג פון די ענטשפרעכענדע שטאפען און דעם וואג אדער דרוק פון דער זאך וואס בעוועגט זיך אויפ'ן גלאטען טיש. די צאהל הייסט אין מאכאניק דער קאעפי־ציענט פון רייבונג צוויישען די שטאפען. דער קאעפיציענט פון שטאל וואס בעוועגט זיך איבער א שטאלענעם טיש, איז נאהענט פון א זיבעטל, דאס הייסט, א געוויכט פון א פונט וועט בעוועגען א שטיק שטאל פון 7 פונט אויף א גלאטען שטאלענעם טיש. דער קאעפיציענט פון רייבונג פון שטאל אן אייז איז אין זיבעציג־טייל, צעהן מאל וועניגער ווי צוויישען שטאל אן שטאל, צין אן צין איין דריטעל. געוואנט אן געוואנט נאהענט פון א העלפט, א. א. וו. די צווייטע מעטאדע איז דערזעלבער גלאטער טיש מיט א אויבערשטען שטיק האלץ, נאר אנשטאט צו אנהיינגען געוויכטען אויפ'ן אויבערשטען שטיק שטאף, הויבט מען אויף דעם אונטערש־

געדריקט אין דער ריכטונג פון דער ליניע A B אוז אין דעם צווייטען מאמענט שטעלט אונטער דער צילינדער דעם פונקט C אונטער דער באלקע אוז דער דרוק נעהמט א נייע ריכטונג C D קומענדיג אין יעדען מאמענט אין בעריהרונג מיט פרישע פונקטען. האבען די זאכען ניט די מעגליכקייט איינצועסען זיך איינע אין די אנדערע אוז דארום קאן צוויישען זיי קיין רייבונג ניט פארקומען. זעהט נאר דעם אונטערשייד ווען איהר זאלט לאזען א שטריק ציהען זיך דורך אייער האנד, אדער ווען איהר בעווענט אייער האנד צוזאמען מיט דער שטריק. אין דעם ערשטען פאל ווערט איהר שנעל דערפיהלען אוז דערזעהען די ווירקונג פון דער רייבונג פון דער שטריק אויף אייער האנד, וועהרענד אין דעם צווייטען פאל, ווען מיר גיבען איבער די שטריק צו יעדען מאמענט פון אייז האנד צו דער אנדערער, בעווענדיג די האנד אין הארמאניע מיט די שטריק בעוועגונגען, קענט איהר אנגעהן א לאנגע צייט מיט דער ארבייט אוז איהר ווערט קיינע שלעכטע רעזולטאטען פון דער רייבונג צוויישען שטריק אוז האנד גאר ניט פיהלען. וואלטען די צילינדערען אפילו פון די הארטעסטע זאכען קענען זיין פאלקאמענע צילינדערען, וואלטען דורך זיי אין גאנצען פערשוואונדען די רייבונגען צוויישען די פאלקאמענע אבער דער צילינדער אליין דורך דעם דרוק פון דער אויבערשטער שוועהרער זאך ווערט מוזען אין א צייט דא אוז דארט אנווענדען זיין פאלקאמענע קייאכדינג פארמע, אויסער דעם מאכט דער צילינדער מיט דעם שוועהרען דרוק פון אויבען גריבעלאך אין דער אונטערשטער פלאכע, אוז אום ארויסצוקומען פון די גריבעלאך ווערט דער צילינדער מוזען אין זיין בעווענונג קלעטערן דא ארויף אוז אראב בארג, דאם בעווייזט, אז אין גאנצען קען מען די רייבונג ניט פארניכטען.

אום אויסצוגעפינען די גרויס פון רייבונג צוויישען פערשיידענע מאטעריאלען ווערען אם מייסטען געברויכט 2 מעטאדען. אויף א

אום זיי איינצוהאלטען. די זאכען וואס שטעהען אויף א טיש וואל־
טען זיך ארונטערגעטראגען פון דעם מינדעסטען ריהר, פון׳ם מינ־
דעסטען בלאז אפילו פון א ווינטעלע. קיין נאגעל וואלט זיך ניט נע־
קענט האלטען, עס וואלט אפילו גאנץ לייכט געווען איהם אריינצוזע־
צען, ער וואלט אבער גלייך ארויספליהען, איידער איהר וואלט אויפ־
געהויבען דעם האמער פאר א צווייטען קלאפ. וועד רעדט וועגען
פאהרען אויף באהנען, בייסיקלעך, א. ז. ו., דאס וואלט געווען אן
אונמענליכע זאך. געהען אין אונזערע געווהנליכע שיך וואלט גע־
וועז א שרעקליכע ערפאהרונג ניט נאר בארג אראב, נאר אפילו אויף
א גלייכען וועג וואלטען מיר זיך אוועקגעגליטשט אהן א סוף, ביז מיר
וואלטען געקענט אנכאפען זיך אן א וואנט, אן א סטאלב, אן א בוים.
די רייבונג העלפט אונז אין טויזענטער פאלען סיי צו אבשטעלען
א בעוועגונג, סיי אנצופאנגען די בעוועגונג. וועז די רעלסען זיי־
נען נאס אוז גליטשיג בעשיט מען זיי מיט זאמד צו פערגרעסערען
די רייבונג אוז מאכען מעגליך פאר דעם לאקאמאטיוו צו ריהרען
זיך פון ארט. וואס פאר א נוצען וואלט אונז געבראכט דאס וואס
אהן רייבונג וואלטען טעארעטיש די מאשינען געארבייט בעסער, וועז
די טיילען פון די מאשינען וואלטען זיך צופאלען, וויל קיינע שרוי־
פען אדער נעגעל וואלטען זיך ניט געקענט האלטען אין זייערע פלע־
צער.

טען ברעט, ביז דער אויבערשטער שטיק הויבט זיך אן ארונטערגלי־
טשען איבער'ן ברעט, טיילענדיג די הויך וואס מען האט געדארפט
אויפהויבען דעם ברעט אויף די ליינג פון דעם ברעט, געפינט מען
דעמזעלבען קאעפיציענט פון רייבונג. (פיג. 4).

פיגור 4.

קאפיציענט פון רייבונג.

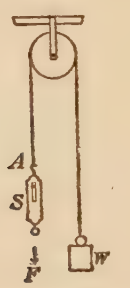
אין די אלע פריהערדיגע פאלען האבען מיר בעטראכט רייבונג ווי א שטערונג צו בעוועגונג, און האבענדיג אין זינען שנעלע בעוועגונג און ארבייט פון מאשינען קען מען זיין גענייגט צו קוקען אויף די רייבונג ווי אויף א צרה, וועלכע מוז בעזייטיגט ווערען און געגען וועלכע דער מענש האט זיך געקליגט צו אנוועגדען פערשיידענע מיטלען אום איהר צו בעקעמפפען אום איהר צו פערקלענערען. פון דיזער איינזייטיגער בע־ טראכטונג קען זיך וועמען אויסדוכטען, אז עס וואלט בעסער געווען פאר דער וועלט, וועו אזא זאך ווי רייבונג וואלט אין איהר גאר ניט בעשאפען געווארען.

עס וועט געגוג זיין אנצוצייגען אויף עטליכע נוצען פון דער רייבונג, אום צו איבערצייגען יעדען אייגעם, וואס פאר אן אומגליק עס וואלט געווען פאר דער וועלט וועו די רייבונג זאל פערשווינדען. עס וואלט געווען אונמעגליך וואס עס איז איינצוהאלטען אין האנד. אלעס: טעלער, גלעזער, מינצען וואלטען זיך גלייך אויסגעגליטשט פון די הענד. יעדע זאך וואלט געמוזט בעזארגט ווערען מיט הענטלעך

מעכאנישען ווערטה פון דער איינפאכער מאשין, דאַרף מען בעטראַכטען צוויי־ערלי פאַלען, דער ערשטער פאַל איז, ווען דער בלאָק פון דער פּולי קען זיך ניט בעוועגען, אַדער ווי מען רופט דאָס איין איינגעפיקסטע פּולי, און דער אַנדער סאָרט פּולי איז אַזעלכער, ווען דער בלאָק אַדער די ראַמקע קען זיך בעוועגען, דער מין פּולי הייסט א בעוועגליכע פּולי. דער מעכאַנישער ווערטה פון די צוויי סאָרטען פּולים איז זעהר פערשיידען.

די איינצעלנע איינגעפיקסטע פּולי (פיג. 5).

פיגור 5.



איינצעלנע איינגעפיקסטע פּול.

פון אויבען זעהט איהר א שטיק פון א באָלקע צו וועלכע די קלייַנע ראַמקע פון דער פּולי איז פעסט איינגעפיקסט געוואָרען, געווהנליך מיט אייזערנע הוקן, אַדער וועלכע עס איז אַנדערע מיטלען. די ראַמקע איז אומישנע פאַרגעשטעלט געוואָרען א דינינקע, ניט ווי זי איז אין דער ווירקליכער פראַקטיקע, אום מיר זאָלען קענען בעקיומער בעטראַכטען דעם רעדעל. אויף די צוויי עקען פון דער שטריקעל וואָס היינגען פון דעם רעדעל זעהט איהר אויף דער רעכטער האנד צוגעטשעפּעט א געוויכט W לאָמיר אַננעהמען א געוויכט פון 10 פונט אייזען. אויף דער לינקער זייט היינגט א ספּראַנזשינע וואָג, וועלכע איהר קענט ציהען מיט'ן האנד. דער שטיק אייזען פון 10 פונט וועלט אַרונטער צוגעצויגען צו דער ערד מיט א קראפט פון 10 פונט, אוּם בייצוקומען אט די קראפט פון 10 פונט וואָס שלעפּט דעם שטיק אייזען אַרונטער, וועלכען מיר אָן אויף דער

פיערטער קאפיטעל

איינפאכע מאשינען. — די פולי.

די קאלא ווארטקע, ארער די פולי ווי זי רופט זיך אין ענג־ליש, איז איינע פון די וויניגע איינפאכע מאשינען וועלכע זיינען אנגעוועגדעט געווארען פון די גראה־אלטע צייטען אן.

א פולי אין דער איינפאכסטער פארמע איז א רעדעל וואס דרעהט זיך אויף אן אקס. דער אויבערשטער טייל איז אביסעל אויס־גענייצט, כדי ער זאל קענען אויפהאלטען א שטריקעל און ניט לאזען זיך איהר ארויסגלייטשען. דער אקס איז איינגעפיקסט אין א ראמקע וועלכער הייסט דער בלאק. געווענליך נעהמט די ראמקע ארום דעם רעדעל ארום אן ארום און דער רעדל קומט אויס אין גאנצען אינוועניג אין דער ראמקע, אמאל ווערט געברויכט א קלענערע ראמ־קע, אדער בלאק און א האלבער רעדעל סטארטשעט ארויס פון דער ראמקע, אין וועלכער דער אקס נור איז איינגעפיקסט.

אויב דער רעדעל מיט זיין אויבערשטער אויסגעשניצטער קא־נאווקע וואלט זיך ניט געקענט פריי דרעהען ארום זיין אקס, וואלט די שטריקעל געמוזט זיך גליטשען איבער דער קאנאווקע וואלט די רייבונג צווישען איהר און דעם רעדעל געווען זעהר גרויס. מיט דערמיט וואס דער רעדעל דרעהט זיך פריי אויף זיין אקס, האבען מיר זיך בעפרייט פון דער רייבונג פון דער שטריקעל און אנשטאט דעם האבען מיר די רייבונג צווישען דעם רעדעל און דער אקס, וועל־כע איז פיעל קלענער. ערשטענס, מאכט יעדער פונקט פון רעדעל ארום דעם אקס א פיעל קלענערע שטרעקע ביי'ן דרייען זיך ווי דער פונקט ביי'ן אויבערשטען ראנד פון דער רעדעל; צווייטענס, קען מען די מאטעריאלען פון דער אקס, און דעם טייל פון רעדעל וואס קומט שטענדיג אין בעריהרונג מיט'ן אקס מאכען אזעלכע וואס האבען אן אונבעדייטענדע רייבונג צווישען זיך. אויסער דעם קען מען די טיילען האלטען נאך אין א קלענערען צושטאנד פון רייבונג דורך דעם וואס מען בעדעקט זיי מיט פערשיידענע מינים פעטס. צו בעטראכטען געניויער דעם

אין מעכאניקע ווערט די ארבייט פון יעדער קראפט נעמאסטען דורך דעם וואָס מען כפּלט די גרויס פון דער קראפט אויף דער שטרעקע וואָס די זאך, אויף וועלכע די קראפט ארבייט האָט דורכגעמאכט. למשל, וועז א שטיין פון 100 פונט איז אראָבגעפאלען 6 פוס, דריקט מען דאָס אויס אז די צוציהונגקראפט האָט טרייבענדיג די 100 פונט דורך א שטרעקע פון 6 פוס אבגעטהאן אז ארבייט פון הונדערט מאל זעקס אָדער 600, דאָס הייסט די ארבייט וואָס די קראפט האָט דא אבגעטאן איז 600 מאל אזוי פיעל ווי וועז איין פונט זאל האָבען ארונטערגעפאלען אויף א שטרעקע פון איין פוס.

אזוי ווי אין דעם פאל פון דער איינגעפיקסטער פולי, זיינען די 2 געגענגעזעצטע קראפטען גלייך און זייער בעווענונג מאכען

זיי דורך דיזעלבע שטרעקען, דריקט מען אויס אין מעכאניקע דעם נעזעץ פון דער אונבעוועגליכער פולי אויף אזא אופן. די ארבייט וואָס די טהעטיגע קראפט **P** טהוט אָב איז פונקט אזוי גרויס ווי די ארבייט פון דער צוציהונגס קראפט **W** אָדער די ארבייט וואָס ווערט אריינגעלעגט אין דער מאשין לינקס ביים פונקט **A** איז גלייך צו דער ארבייט וואָס די מאשין טהוט אָב רעכטס ביי **W**

היינט שטעלט זיך דאָך די פראגע, וואָס נעווינען מיר דא מיט אזא מאשין? פארקעהרט, עס זעהט אויס אז מיר פערליירען נאָך דורך אזא מאשין. ווי ניט קליין, אָבער דאָך א שטיקעל רייבונג איז דאָך דא צווישען דעם רעדעל און דעם אקס, און צווישען דעם רעדעל און דער שטריקעל. וואָלט דען ניט פיעל גלייכער נעווען צו לעגען די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד דירעקט אויפ'ן נעוויכט און אויפהויבען די 10 פונט די זעלביגע 2 פוס אהן קיינע מאשינען? דער נעווינס בעשטעהט אין דעם, וואָס דורך דער איינגעפיקסטער פולי קענט איהר בייטען די ריכטונג פון דער אנשטרענגונג קראפט אויף אלערליי אופנים.

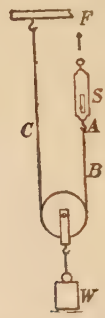
אהן דער מאשין וואָלט איהר נעדארפט שלעפען דעם נעוויכט ארויף צו און דורך דער פולי, שלעפט איהר די שטריקעל לינקס ארונטער, און דער נעוויכט בעווענט זיך ארויף צו. אן ארבייטער וואָס דערלאנגט ציגעל, וואפּנ, צעמענט צו דעם אנדערען ארבייטער, וואָס שטעהט הויך אויף א געבויד, בינדט צו די כלי מיט די צו־

אַנדער זייט אַ געגען קראפט, אַ קראפט פון די אַנגעשטרענגטע מוסקלען פון דער האנד. איהר ציהט מיט אייער האנד די ספּראנדשינע וואָג S ביז דער שטיק אייזען W מוּיבט זיך אַן לאַנגזאם הויבען ארויף צו אנשטאט ארונטערצופאלען. דאָס הייסט, די געגען־קראפט פון אייערע אַנגעשטרענגטע מוסקלען האָט בייגעקומען די צוציהונג קראפט פון 10 פונט צווישען דעם שטיק אייזען און דער ערד. לעזט איבער אויף דער ספּראנזשינע וואָג וואָס פערצייכענט די קראפט וואָס ציהט איהר פאַנאַנדער און עס צייגט אַן 10 פונט. דאָס הייסט, אייער אנשטרענגונג קראפט וואָס האָט בייגעקומען די 10 פונט צוציהונג־קראפט איז אויף 10 פונט. וואָלט די רייבונג צווישען דער שטריקל און דער פּולי און צווישען דער פּולי אוּן דעם אַקס געווען אַ בעדייטענדע, וואָלט די אנשטרענגונג קראפט פון האנד געמוזט זיין מעהרער פון 10 פונט, ווייל מען וואָלט געדאַרפט בייקומען אויסער די 10 פונט געוויכט אויף די דאָזיגע רייבונג. אזוי ווי די אַנשטרענגונג־קראפט איז ניט פיעל מעהר פון די 10 פונט געוויכט, וואָס ווערט אויפגעהויבען ארויפצו דורך די האנד־קראפט, צייגט דאָס אז די רייבונג אין דער אייניריכטונג פון דער פּולי איז אַ גאַנץ קלייַנע כמעט ווי גאָר ניט. דער עקספּעריימענט בעווייזט אויך אז אין דעם כאַרט פון אַן איינגעפּיקסטער פּולי איז די ארבייטענדע קראפט F וואָס פּראָדוצירט די בעווענונג פון פינקטליך דער זעלבער גרויס ווי די קראפט W וואָס צייגט ארויס אַ ווידערשטאַנד צו דער בעווענונג ארויפצו.

אויסער דעם, וועלן איהר בעטראכט די לייַנע פון די שטרעקען וועלכע די ביידע קראפטען F און W מאכען דורך אין זייער בעווענונג, וועט איהר גלייך אייזעהען אז דער פונקט A וואו עס ארבייט די אַנשטרענגונג קראפט פון דער האנד וועט זיך אין זיין בעווענונג ארונטערלאָזען גראדע אויף אזוי פיעל, אויף ווי פיעל דער געוויכט W וועט זיך אויפהויבען. מיט אַנדערע ווערטער אויב קראפט F לינקס האָט זיך בעווענט 2 פוס ארונטער צו אוּן האָט פערגרעסערט די שטריקל אויף 2 פוס, האָט דער געוויכט W אויפגעהויבען זיך אויף 2 פוס אוּן די שטריקל אויף דער זייט האָט זיך פערקלענערט גראדע אויף 2 פוס.

דער צווייטער סאָרט איז די בעוועגליכע פּולי. די איינצעלנע בעוועגליכע פּולי.

פּיגור 6.



א איינצעלנע בעוועגליכע פּולי.

קוט זיך צו צו דער פּיגור און איהר נעפּינט דיזעלבע פּולי, נאָר אַנדערש אינגעריכטעט. צו דער אויבערשטער באַלקע איז אַנגעטשעפּט ניט דער בלאק פון דער פּולי, נאָר איין עק פון דער שטריקעל, דער נעווייכט W, איז ניט אויפּגעהאנגען אויפ'ן שטריקעל, נאָר איז אַנגעטשעפּט אויפ'ן בלאק, אַדער מיט אַנדערע ווערטער דער נעווייכט ציהט ניט די שטריקעל אַרונטער, נאָר ער דריקט אַרונטער דירעקט דעם בלאק און דעם אקס וואָס האלט אויף דעם בלאק און צוזאמען מיט'ן בלאק שלעפּט ער אַרונטער די גאנצע פּולי. אויפ'ן צווייטען עק פון דער שטריקעל איז צוגעטשעפּט דיזעלבע ספּראנזשינע וואָג וועלכע מען מוז אויפהאלטען מיט דער האנד און ציהען איהם אויף אַרויפּצו אנשטאט אַרונטער ווי אין דעם ערשטען פאל. אין דיעזען פאל פון דער בעוועגליכער פּולי קען מען די ספּראנדזשינע וואָג מיט דער שטריקעל אויף אַנטשעפּען אויף דערזעלבער באלקע, און ביידע עקען פון דער שטריקעל וועלען בליבען אונבעוועגליך צוגעטשעפּט אויף דער באלקע. זאל זיין דער נעווייכט W ווי פריהער 10 פונט. אויב ביידע עקען, מיט דער ספּראנזשינע אויף רעכטס זיינען אַנגעטשעפּט אויף דער באלקע וועט איהר נעפּינען א מערקווירדיגע זאך, די ספּראנזשינע צייגט אן

גע‍ל, א. ז. וו. צו איין עק פון דעם שטריק, וועלכע איז אריבער־
געוואָרפען איבער א פולי וואס איז אייגנעפיקסט געוואָרען אויפ'ן
שפיץ פון דער געבוידע, און ארונטערציהענדיג מיט זיין קראפט
דעם אַנדערען עק פון דער שטריק, שלעפט ער די ציגע‍ל ארויף צו,
און ער גיווינט דערמיט זעהר פיעל. ערשטענס, איז לייכטער צו
מאכען מיט דער האנד בעוועגונגען אויף ארונטער, ווי צו שלעפען
זיי ארויף צו און צוויטענס ארויפלענדיג די כלי מיט די ציגע‍ל
צו זיך אויף די פלייצעם וואלט ער געדארפט קלעטערען אויף א
לייטער און שלעפען זיין גאנצען קערפער צוזאמען מיט די ציגע‍ל
ארויף צו. אַדער אויב איהר ווילט נעברויכען די קראפט פון א פערד
צו שלעפען די ציגע‍ל ארויף צו און א פערד קען דאָך ברויכען זיין
קראפט אין גלייכער ריכטונג און ניט אין דער ריכטונג פון ארויף
און אראָב, קענט איהר דאָס לייכט טהאָן מיט דער הילף פון אט
אזעלכע פולים. איין איינגעפיקסטע פולי געפינט זיך ווי פריהער
אויבען אויף דער געבוידע און א צווייטע איז איינגעפיקסט אויף
דער ערד. די ציגע‍ל ווערען צוגעבונדען צו איין עק פון דער שטרי־
קע‍ל, דער צווייטער עק ווערט אריבערגעוואָרפען איבער דער אוי־
בערשטער פולי און נאָך דעם איבער דער צווייטער פולי אויף דער
ערד. דער פערד שלעפט דעם צווייטען עק פון דער שטריקע‍ל אין
דער גלייכער ריכטונג הין און צוריק און די ציגע‍ל הויבען זיך ארויף
צו צום שפיץ פון דער געבוידע. אזא מין פולי ווערט געברויכט אי־
בערא‍ל. שלעפענדיג א עמער וואסער פון א ברונים וואַרפט מען
אריבער די שטריקע‍ל איבער אזא פולי און ציהענדיג די שטריקע‍ל
ארונטער שלעפט זיך דעם עמער וואסער ארויף צו. אזוי ווערען
וועש אויפגעהאנגען אויף דער ליין. איהר שלעפט אירן זייט פון דער
שטריקע‍ל צו זיך, און דורך דער פולי ציהט די אנדערע זייט שטריק
מיט די וועש אוועק פון אייך און פערקעהרט. אזעלכע פולים געפינט
איהר אויף יעדען שריט און טריט.

געצויגען מיט א קראפט פון 10 פונט, הייסט דאס אז יעדע זייט בעזונדער וועט אנגעצויגען מיט א העלפט פון די 10 פונט, דאס הייסט די רעכטע זייט שטריקעל מיט דער ספּראנזשינע וועט אנגעצויגען נאר מיט א קראפט פון 5 פונט אויף אורונטער צו, און אום דאס צו בייקומען ברויכען מיר צו האבען א געגען קראפט וואס ארבייט אויף אַרויפצו נאר פון 5 פונט, און עטוואס מעהר פון 5 פונט וועט בייקומען דעם געווויכט און מאכען ער זאל זיך בעוועגען ארויף צו. אוב דאס ווירקליך צו בעווייזען, קענט איהר איינפיקסען א צווייטע ספּראנזשינע וואג אויף דער לינקער זייט פון דער שטריקעל, און די ספּראנזשינע וועט אויך איבערצייגען אז אויף דער זייט שטריקעל איז דא אויך א קראפט פון 5 פונט. דער עקספּעריימענט מיט דער אייגצעלענער בעווועגליכער פּולי בעווייזט אז מיט דעם סאַרט פּולי איז די אנשטרענגונג קראפט F פונקט א העלפט פון דער געגען־קראפט W . אַדער א העלפט פון דעם געוויכט W וועלכע די אנשטרענגונג קראפט זוכט צו בייקומען. נעהמען איהר בעטראכטען די שטרעקען וואס די קראפטען F און W געהען דורך אין זייער בעווענונג, וועט זיך אויסווייזען א פערקעהרטע פערהעלטנים. וועז דער געווויכט W הויבט זיך אויף זעקס פוס, דאס הייסט 6 פוס נעהענטער צו דער באלקע, וועלען דאך מוזען בייזע זייטען פון דער שטריקעל, אי די רעכטע אי די לינקע, דער־נעהענטערען זיך צו דער באלקע, יעדע זייט אויף 6 פוס, מיט אנדערע וועטער הייסט דאס, אז די קראפט F פון דער אנדוועט מוזען אויסציהען ניט 6 נאר 12 פוס פון דער שטריקעל אַרויף צו. ווי מיר האבען פריהער געלערנט, וועט די ארבייט פון יעדער קראפט געמאסטען דורך דעם וואס מיר כפל'ען די גרויס פון דער קראפט אויף די שטרעקע וואס די קראפט האט געמאכט די זאך אויף וועלכע זי ווירקט צו בעווענען זיך.

אנווענדעניג דעם רעגעל צו אונזערע צווויי קראפטען אין דער אייגצעלענער בעווענליכער פּולי, וועלען מיר לייכט אויסגעפינען אז דער געווויכט W פון 10 פונט, אַדער די צוציהונגקראפט פון 10 פונט האט זיך אויפגעהויבען א שטרעקע פון 6 פוס אין דער הויך האט די קראפט אבגעטהאן אן ארבייט פון 10 מאל 6 אדער 60 פונט־פוס.

פּינקט פּונט און ניט צוהן, ווי פּריהער. דאָס הייסט, דער געוויכט W פון 10 פונט, וואָס איז אויפגעהאנגען אויפ'ן בלאק, אויפ'ן מיטען הייסט דאָס פון דער פּולי, ציהט די רעכטע זייט פון דער שטריקעל ניט מיט א קראפט פון 10 פונט, נאָר מיט א קראפט העלפט פון 10 פונט. מיט א קראפט פון 5 פונט. אויב איהר זאָלט די ספּראנזשינע אויפהאלטען מיט'ן האנד און איהר זאָלט מיט דער אנשטרענגונג פון אייערע מוסקלען לאנגזאם ציהען די רעכטע זייט פון דער שטריקעל מיט דער ספּראנזשינע ארויף צו, און אויף אזא אופן ציהען אויף ארויף צו דעם געוויכט W וועט איהר אויף דער ספּראנזשינע לעזען דיזעלבע געשיכטע, די ספּראנזשינע צייגט אן אויף 5 פונט, דאָס הייסט אז די אנשטרענגונג קראפט פון אייער האנד איז יעצט 5 פונט, און מיט דער אנשטרענגונג פון א קראפט פון 5 פונט, הויבט איהר יעצט אויף א געוויכט פון 10 פונט.

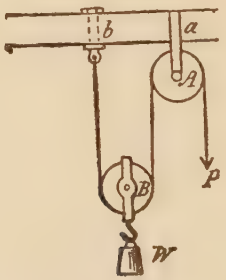
עס איז זעלבסטפערשטענדליך אז אין דעם פאל גראדע ווי אין דעם ערשטען פאל, נעהמען מיר ניט אין אנבעטראכט די אונבעדייטענדע רייבונג אין דער פּולי, אויך ניט די וואג פון דער דינער שטריקעל. דאָס איז זאָ ווייט אונבעדייטענד, אז אויף א גרויסערער פּראָסטער ספּראנזשינע קען מען דאָס ניט בעמערקען. אויף א גאָר פּינקטליכע דעליקאטע וואג וואָלט מען אויסגעפונען אז די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד איז עטוואס מעהר פון 5 פונט; גראדע אזוי ווי אין דעם ערשטען פאל מיט דער אונבעוועגליכער פּולי, וואָלט אויף א פּינקטליכער וואג די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד גייצט עטוואס מעהר פון 10 פונט. ווי איז דאָס מעגליך צו פערשטעהן, וואָס מיט די בעוועגליכע פּולי גיט אונז די מעגליכקייט מיט א אנשטרענגונג קראפט פון 5 פונט הויבען א געוויכט פון 10 פונט? שפּעטער וועז מיר וועלען בעקאנט ווערען מיט דער צווייטער אייגפאכער מאשין וועלען מיר קענען מיט דעם געזעץ פון דער העבעל, אדער ווי ער הייסט אין רוסיש דער ריטשאג — ערקלערען דעם מעכאנישען געווינס פון דער בעוועגליכער פּולי. דערווייל וועט זיין גענוג צו געבען די פאלגענדע אייגפאכע ערקלערונג. קוקט זיך צו צו דער פיגור. דער געוויכט W פון 10 פונט הייגנט אין מיטען פון דער פּולי אוז ער ציהט אן בויידע זייטען פון דער שטריקעל סיי רעכטס, סיי לינקס גלייך. אזוי ווי בויידע זייטען ווערען אנ-

פינפטער קאפיטעל

קאמבינאציאנען פון פוליס.

אין דער פראקטיקע ווערען געברויכט א גאנץ מדויסע צאהל פון פערשיידענע קאמבינאציאנען אדער סיסטעמען פון פוליס. מיר ווע־לען זיך מוזען בענוגענען מיט א קורצער בעקאנטשאפט פון די הויפט־סיסטעמען. פיג. 7 שטעלט אויף פאר די אינפאכסטע קאמ־בינאציע פון 2 פוליס, איינע א בעווגעיליכע, די צווייטע אן איינגע־פיקסטע.

פ י נ ו ר 7.



א קאמבינאציע פון 2 פוליס

דער מעכאנישער ווערטה פון דער קאמבינאציע בלייבט דער־זעלבער ווי פון דער איינצעלנער בעווגליכער פולי, די קראפט וואס קען בייקומען אוז הויבען דעם געווייכט **W** איז א העלפט פון דעם געווייכט, נאר אנשטאט צוציהען די רעכטע זייט פון דער שטריקעל אריף צו, ווארפט מען די שטריקעל אריבער דער איינגעפיקסטער פו־לי אוז דורך דעם קענט איהר ציהען די שטריקעל אויף אריינטער אוז דער געווייכט **W**, צוויי מאל אזוי גרויס ווי די קראפט וואס ציהט די שטריקעל ארונטער, ווען זיך הויבען אריף צו. אין דער קאמבי־נאציע קריגט איהר דעם מעכאנישען אויפטהו פון ביידע סארטען פוליס. די בעווגליכע פולי גיט אונז דעם געווינם אין קראפט

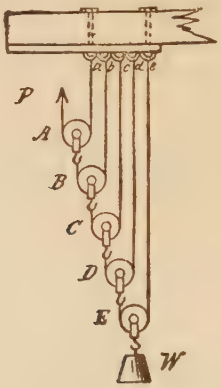
די טהעטיגע קראפט F פון דער אנד, וואס האט געשלעפט דעם געווייכט, איז דאך אין דעם פאל ניט מעהר ווי 5 פונט, דערפאר אבער האט זי דורכגעמאכט א שטרעקע פון 12 פוס, הייסט דאס אז די ארבייט פון דער האנד איז 5 מאל 12 אויף 60 פונט־פוס, קומט ווייטער אוים דאסזעלבע ווי אין דעם פאל פון דער אייזנגעפיקסטער פולי, אז די ארבייט וואס איז אריינגעלעגט געווארען אין דער מאשין ביי דער ווירקענדער קראפט F רעכטס איז פונקט דיזעלבע ביגע וואס די געגען־קראפט אדער דער געווייכט w האט אבגענטהאן אויף איהר פלאץ אין דער מאשין.

די מעכאנישע ארבייט איז טאקע דיזעלביגע אויף ביידע פונקטען אין דער מאשין, און דאך האבען מיר דורך דער בעווענגליכער פולי א גרויסען געווינס. א קראפט פון 5 פונט קען הויבען א נעוויכט פון 10 פונט. אמת, די קראפט פון 5 פונט אנשטרענגונג פון אונזער האנד מוז דערפאר דעקען א שטרעקע 2 מאל אזוי גרוים ווי די שטרעקע אויף וועלכע דער געווייכט וועט זיך הויבען, דאס הייסט די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד וועט מיזען זיך בעווענגען צוויי מאל אזוי שנעל ווי די קראפט וועלבע זי זוכט צו בייקומען, אבער אין מייסטע פאלען וועט אוכ ווייניג וואס קומערען וואס מיר ציהען 12 פוס פון שטריקעל אין דער צייט וואס דער געווייכט וועט זיך אויפהויבען נאר אויף 6 פוס, זאלאנג מיר דארפען זיך אנשטרענגען נאר מיט קראפט פון 5 פונט א ווידערשטאנד אדער א קראפט פון 10 פונט.

וען מיר וועלען בעקאנט ווערען מיט די איבעריגע אייגפאכע מאשינען, וועלען מיר זעהען אז דער מעכאנישער געזעץ האלט אוים ריכטיג אין אלע פון זיי. אויב דורך א מאשין געווינען מיר אין קראפט, דאס הייסט מיר קענען מיט א קלענערער קראפט בייקומען א גרעסערען ווידערשטאנד, פערליהרען מיר אין געשווינדקייט גראדע סוי ווי מיט דער אייגצעלענער בעווענגליכער פולי. מיט איהר געווינען מיר אין קראפט 2 מאל, מיט א קראפט פון 5 פונט קענען מיר הויבען א געווייכט פון צוהן פונט, דערפאר פערליהרען מיר אין געשווינדקייט צוויי מאל. די קראפט פון 5 פונט מוז זיך בעווענגען 12 פוס אין דער צייט וען דער געווייכט הויבט זיך אויף נאר אויף 3 פוס.

צו דערזעלבער באלקע, יעדע פון זיי ווערט אריבערגעווארפען אי־בער איהר פולי, די ערשטע שטריקעל איבער דער ערשטער בעוועגלי־כער פולי, די צווייטע שטריקעל איבער דער צווייטער פולי א. ז. וו. דער צווייטער עק פון יעדער שטריקעל, נאכדעם ווי זי איז אריבערגע־ווארפען איבער דער פולי, ווערט צוגעבונדען צום בלאק אדער צו דער אקס פון דער נעקסטער פולי. די פיג. 8 פון קלארקויט ווענען שטעלט

פינור 9.

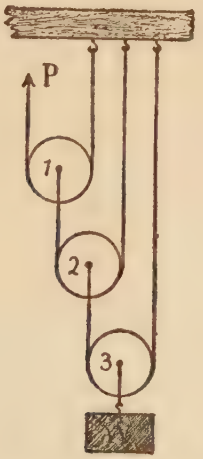


א קאמבינאציע פון 5 בעוועגליכע פולים.

פאר די דריי פולים אהן זייערע בלאקס. פיגור 9 שטעלט פאר א קאמ־בינאציע פון 5 בעוועגליכע פולים ריכטיג מיט זייערע בלאקס, ווי זיי ווערען געברויכט אין דער ווירקליכער פראקטיק. אויף האט איהר דא פינף פולים און פינף שטריקלעך, א שטריקעל פאר יעדע פולי בעזונדער און די עקען פון יעדער שטריקעל ווערען צוגעבונדען ווי אין פיגור 8, איין עק צו א בעזונדערן פלאץ אין דער בלאקע און דער צווייטער עק צום בלאק פון דער נעקסטער פולי. לאמיר בע־טראכטען דעם געווינם פון דער קאמבינאציע אין פיגור 8. דער גע־וויכט W, לאמיר זאגען דיזעלביגע 10 פונט, דריקט, ווי מיר ווייסען שוין, אויף דער שטריקעל לינקס וואס איז צוגעבונדען צום בלאק פון דער פולי נומער 2, מיט א העלפט פון זיין קראפט, אדער מיט א העלפט פון זיין געווינט, דאס הייסט מיט א קראפט פון 5

און די איינגעפיקסטע פּולי גיט אונז די מעגליכקייט צו בייטען די ריכטונג פון דער אַנגעוואנדטער קראפט. ווי אויבען דערמאָנט אויב איהר ווילט אז ניט די קראפט פון אייער האנד, נאָר די קראפט פון א פערד זאָל הויבען דעם געוויכט W קענט איהר ברויכען א צווייטע אינגעפיקסטע פּולי אויף דער ערד, און דער פערד גע־ענדיג הין און צוריק, וועט קענען הויבען מיט דער קאָמבינאציע א געוויכט צווי מאָל אזוי גרויס, ווי ער וואָלט געקענט שלעפען מיט זיין קראפט אַהן א מאשין. די הויפּט סיכטעמען פון פּולים, וואו עס ווערען געברויכט פיעלע פּולים אנשטאט אייענר, קענען אייגע־טהיילט ווערען אין דרייערליי סאָרטען: די ערשטע און די אייג־פאכסטע פון זיי איז א קאָמבינאציע פון פיעלע בעוועגליכע פּולים.

פיגור 8.



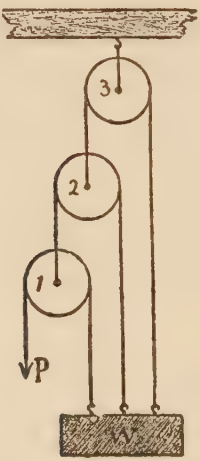
א קאָמבינאציע פון 3 בעוועגליכע פּולים.

(פיג. 8) שטעלט פאר א קאָמבינאציע פון דריי בעוועגליכע פּולים. אין דער קאָמבינאציע איז דאָ פאר יעדער פּולי א בעזונדער שטרי־קעל. עס זיינען דאָ דריי פּולים און דריי שטריקלעך. יעדע שטרי־קעל איז מיט איין עק פון איהר צוגעבונדען אויף א בעזונדער פּלאץ

בייקומען א געוויכט פון 32 פונט, מיט צעהן אזעלכע פולים וואלט מען מיט דער קראפט פון איין פונט נעקענט בייקומען א געוויכט פון טויזענד פונט: אויב 10 פולים מאכען די אנשטרענגונג קראפט א טויזענדטייל פון דעם ווידערשטאנד, דאן הייסט דאס אז נאך 10 פולים ווערען מאכען די אנשטרענגונג קראפט א טויזענדטייל פון א טויזענדטייל אדער איין מיליאנטייל פון דעם געוויכט, מיט אנדערע ווערטער מיט 20 בעווענליכע פולים איינגעאדנט אויף דעם זעלבען אופן ווי די אנגעצייגטע פיגורען 8, און 9, וואלט א קראפט פון איין פונט נעקענט אויפהייבען א געוויכט פון א מיליאן פונט. פון דעסטוועגען ווערט די קאמבינאציע פון פולים, ווי אויך די צווייטע ווערט איך ווען באלד בעשרייבען, זעהר זעלטען נעברויכט אין דער פראקטיקע. פאר וואס זיי ווערען וויינינ נעברויכט ווערען מיר זעהען שפעטער, ווען מיר בעטראכטען די ביידע סיסטעמען צוזאמען.

די צווייטע קאמבינאציע אדער סיסטעמע פון בעווענליכע פולים.

פיגור 10



א קאמבינאציע פון 3 איבערנעקעהרטע בעווענליכע פולים

פונט, אדער מיט א העלפט פון זיין געוויכט, דאס הייסט מיט א קראפט פון 5 פונט. קומט אויס אז די צווייטע בעווענליכע פולי ווערט נעשלעפט פון דעם געוויכט W ארונטער נאר מיט א קראפט פון 5 פונט, דער דרוק פון די 5 פונט ווערט דאך ווייטער צוטיילט אויף צווייען: אויף איהר רעכטער און לינקער זייט, דער דרוק פון איהר רעכטער שטריקעל, א העלפט פון די 5 פונט געהערט צו דער באלקע וואו זי איז צוגעבונדען, און איהר לינקע שטריקעל וואס איז צוגעבונדען צום בלאק פון דער ערשטער פולי שלעפט די פולי נור מער 1 מיט א קראפט בלויז וואס איז העלפט פון 5 פונט, דאס הייסט 2 און א האלב פונט. די פולי נומער 1 וואס ווערט געדריקט ארונטער פון געוויכט W' בלויז מיט א קראפט פון צוויי און א האלב פונט, צוטהיילט דאך ווייטער דעם דרוק אויף צוויי גלייכע העלפט און אויף דער לעצטער שטריקעל פון דער לינקער זייט איז דא א דרוק ארונטער ניט מעהר ווי איין פונט מיט א פיערטייל און די האנד, וואס האלט אויף די לעצטע שטריקעל לינקס, דארף זיך אנשטרענגען מיט א קראפט עטוואס מעהר פון 1 און א פערטעל פונט און זי ווען מיט דיזער שוואכער אנשטרענגונג קראפט בייקומען דעם געוויכט W פון 10 פונט און צווינגען איהם צו בעווענען זיך ארויף צו. מיט 3 בעווענליכע פולים איז דער מעכאנישער עווינס 2x2x2 אדער 8, מיט א קראפט פון א פונט קענען מיר הויבען מיט דער הילף פון די דריי פולים א געוויכט פון 8 פונט, און פאר יעדער נייער בעווענליכער פולי ווען די אנשטרענגונג קראפט אלץ קלענער ווערען אויף א העלפט.

אין פיגור 9 וואס צייגט די קאמבינאציע פון 5 בעווענליכע פולים, ווען די אנשטרענגונג קראפט, וואס האלט אויף די לינקע שטריקעל פון דער לעצטער פולי A זיין ניט מעהר ווי א צוויי־אונדרייסיגטייל פון דעם געוויכט W איהר קענט דאס אליין לייכט בערעכענען: פון דריי פולים ווערט די קראפט איין אכטעל; פון דער פיערטער פולי ווערט די נויטיגע קראפט א העלפט פון איין אכטעל, דאס הייסט איין זעכצענטייל, פון דער פינפטער ווערט זי א העלפט פון איין זעכצענטייל אדער א צוויי־דרייסיגסטייל פון דעם געוויכט

דאס הייסט אז אן אנשטרענגונג ארויף צו פון איין פונט ווען

מעכאנישען ווערטה פון 16. אין דער צווייטער סיסטעם וועלען די 4 פולים האבען א מעכאנישען ווערטה פון 15. א. ז. ו.

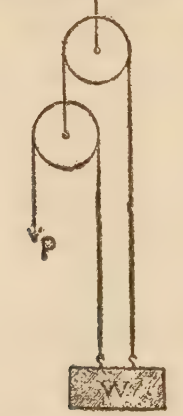
מען קען אט דעם אונטערשייד, וואס די צווייטע סיסטעם איז אימער מיט איינס ווייניגער פון דער ערשטער, ערקלעהרען אויף אן אינפאכערען וועג, דער אונטערשייד שטאמט דערפון וואס אין דער ערשטער סיסטעם האט די האנד געארבייט אויף ארויף, און אין דער צווייטער סיסטעם ארבייט די האנד ארונטער. וועגן מען זאל בע־טראכטען דעם דרוק אויף דער באלקע, וואס ארים נאך אלעמען האלט דאך די באלקע אויף אי דעם געווייכט W אי דעם וואג פון די שטריק מיט די פולים, וועלען מיר נעפינען פאלגענדעם, אין דער ערשטער סיסטעם האט א קראפט פון איין פונט ארבייטענדיג דורך 3 בע וועגליכע פולים געקענט הויבען א געווייכט פון 8 פונט און אין דער צווייטער סיסטעם קען די קראפט פון איין פונט הויבען נאר 7 פונט. וואס אנבעלאנגט דעם וואג פון די שטריקלעך און די פולים, נעמען מיר דאס ניט אין אנבעטראכט ניט אין דער ערשטער און ניט אין דער צווייטער סיסטעם. למאמיר זשע בעטראכטען דעם דרוק אויף דער באלקע אין ביידע פאלען. אין דעם ערשטען פאל ווען דער גע־וויכט W איז געווען 8 פונט און די קראפט פון האנד איז געווען נאר איין פונט, האט דער געווייכט W זיהענדיג ארונטער מיט א קראפט פון 8 פונט געדריקט אויף דער באלקע מיט א קראפט פון בלויז 7 פונט, ווייל דער פונט קראפט פון דער האנד ארבייטענדיג אויף ארויף צו האט צוגענומען אויף זיך איין פונט דרוק פון דעם 8 פונטיגען געווייכט W. אין דער צווייטער סיסטעם, ווען די האנד־ קראפט זיהט ארונטער די שטריקעל מיט א קראפט פון איין פונט, נעהמט זי אויף זיך קיין טייל ניט פון דעם דרוק פון דעם געווייכט W שטעהט אוים די באלקע אליין דעם דרוק פון 7 פונט געווייכט ווי פריהער.

איך רייד דא בלויז פון דעם געווייכט W פון 8 פונט און די האנד קראפט פון איין פונט, ווייל איך שטיץ זיך אלץ אויף דעם בילד פון דריי בעווועגליכע פולים, עם פערשטעהט זיך ווען די צאהל פון די פולים איז ניט דריי, וועלען די פערהעלטנים צווישען דעם געווייכט W און די קראפט P אויך זיין אנדערע.

פיגור 10 שטעלט פאר די קאמבינאציע פון דער צווייטער סיסטעם, אויף זיינען דא די דריי פולים פון קלארקייט וועגען פאר־נעשטעלט אהן זייערע בלאקס, ווי איהר זעהט, איז דאס א קאמבי־נאציע פון דער ערשטער סיסטעם, נאר אוועקגעשטעלט מיט'ן קאפ אראפ. אנשטאט צו דער אויבערשטער באלקע זיינען אלע דריי שטריקלאך פון די פולים צוגעבונדען יעדע בעזונדער צום נעוויכט W און די לעצטע פולי נומער 3 איז אויפגעהאנגען דורך איהר אקס אויף דער באלקע. דערפאר קומט אויס דער אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד צו ארבייטען ניט אויף ארויף צו, נאר אויף ארונטער. דער מעכאנישער ווערטה פון דער קאמבינאציע איז אביסל אנ־דערש פון דער ערשטער קאמבינאציע דורך דעם וואס יעדע פון די דריי פולים ארבייט בעזונדער אויף דעם נעוויכט צו וועלכען זיי זיינען צוגעבונדען. לאמיר זאגען או די קראפט P וואס ציהט ארונטער די שטריקעל פון פולי נומער 1, איז איין פונט, הייסט דאס או די קראפט P ציהט אויף די אנדערע זייט שטריקעל פון פולי נומער 1 וואס איז צוגעבונדען צום נעוויכט W אויף מיט א קראפט פון איין פונט אויף ארויף צו. צו דערזעלבער צייט אבער ציהט פולי 1 דורך דער שטריקעל וואס איז צוגעבונדען צו איהר אקס די פולי נומער 2 ארונטער מיט א דאבעלטער קראפט פון 2 פונט (ווי עס איז פריהער בעוויזען געווארען) און די שטריקעל פון פולי 2 וואס איז צוגעבונדען צום נעוויכט W ציהט דעם נעוויכט ארויף צו מיט א קראפט פון 2 פונט. די צווייטע פולי ציהט שוין די פולי נומער 3 וויטער מיט א דאפעלטער קראפט, דאס הייסט מיט 4 פונט און די שטריקעל פון פולי 3 וואס איז צוגעבונדען צום נעוויכט W שלעפט דעם נעוויכט ארויף צו מיט א קראפט פון 4 פונט. אלזא אלע 3 שטריקלאך צוזאמען ציהען דעם נעוויכט W מיט איין קראפט פון איין פונט און 2 פונט און 4 פונט 4×2×1 סך הכל 7 פונט.

דער מעכאנישער ווערטה פון די דריי בעווענליכע פולים פון דער צווייטער סיסטעם איז ניט 8 ווי אין דער ערשטער סיסטעם, נאר 7; מיט איינע ווייניגער ווי אין דער ערשטער סיסטעם, 4 בעווענליכע פולים וואלטען געהאט אין דעם ערשטען סיסטעם א

שטריקלעך ווי פּיעל פּוליס. דער הויפּט שטער אין דער פּראקטיק איז אבער דאס, וואס די פּוליס בעוועגען זיך ניט מיט דער זעלבער שנעלקייט. גאר די ערשטע פּולי, וואס איז די נאהענסטע צו דער קראפט P בעוועגט זיך 2 מאהל אזוי שנעל ווי די צווייטע, און די צווייטע 2 מאהל שנעלער ווי די דריטע א. ז. ו. אויף די פינורען שטעהען די פּוליס גאנץ פיין, אויף דער זעלביגער וויטקייט איינע פון די אנדערע. לאזט אבער אזא מאשין ארבייטען, וועלען די פּוליס אזוי שנעל פאנאנדער לויפען איינע פון די אנדערע, און ספעציעל די ערשטע וואס בעוועגט זיך אם שנעלסטען וועט זיך אין א קורצע ווייל פערטראגען וויט ווייט פון די אנדערע, און זי ווערט נוצלאז. די צווייטע סיסטעם ווערט אמאל יא געברויכט אין די פאלען וואו עס איז דא גענוג פלאץ צו בעוועגען זיך. וען אייך איז א מאהל אויסגעקומען בייוואהנען ווי מען לאדעט אוים א קוילען־שיף, זייט איהר געווים איבעראשט געווארען צו זעהען ווי מיט אמאהל דער־לאנגט זיך א לאז ארונטער א פּולי, דאס ארבייט א קאמבינאציע פון פּוליס נאך דער צווייטער סיסטעם. אין גאנצען איז דא א קאמ־בינאציע פון 2 בעוועגליכע פּוליס. (פיג. 11) איהר ווייסט דאך



צווי פּוליס פון דער צווייטער סיסטעם

נאך דער בעטראכטונג פון דעם ענין וועלן דעם דרוק אויף דער באלקע קומט אויס, אז אין דער צווייטער סיסטעמע וואו די קראפט טהוט אויף עטוואס וויניגער ווי אין דער ערשטער סיסטעם, איז דער דרוק אויף דער באלקע נרעסער ווי אין דער ערשטער סיסטעם, וועלן איין פונט קראפט שלעפט ארויף א מאסע פון 8 פונט, האט די באלקע נאר א דרוק פון 7 פונט, און דערזעלבער פונט קראפט מיט דער צווייטער סיסטעם פון פולים קען נאר הויבען א מאסע פון 7 פונט, האט די באלקע אויף זיך דעם נאנצען דרוק פון די 7 פונט און דערצו דעם דרוק פון נאך א פונט פון דער אנד קראפט, ווייל זי ציהט אויך ארונטער צו און ניט ארויפצו, דאס קען מען בעווייזען אין פאלגען וועלן די טהעטיגע קרעפטען זיינען פיעל גרעסערע ווי איין פונט, עס צייגט זיך ארוים, אז אין די פאלגען מוז מען מיט דער צווייטער סיסטעם האבען פעסטערע באלקעם ווי מיט דער ערשטער סיסטעם, און דאך ווערט די צווייטע סיסטעם מעהר געברויכט אין פראקטיקע ווי די ערשטע. ערשטענס, איז בעקוועמער צו ארבייטען מיט דער אנד ארונטערצו ווי ארויפצו, אוך צווייטענס אין דער ערשטער סיסטעם דארף מען שלעפען אלץ פולים ארויפצו, אוך ואם נרעסער אוך שווערער די פולים אלץ שווערער וועט זיין פאר דער אנד צו שלעפען זיי ארויף, פערקעהרט, אין דער צווייטער סיסטעם ואם שווערער די פולים אלץ לייכטער וועט זיין צו ארבייטען אויף ארונטערצו , ווייל די שווערע פולים וועלן מיטהעלפען מיט זייער דרוק ארונטער אנשטאט צו שטערען די קראפט פון האנד, ווען זי דארף זיי שלעפען אין דער הויך.

אין דער פראקטיקע ווערען די ביידע סיסטעמען זעהר זעלטען נעברויכט טראץ דעם ואם דער מעכאנישער נעווינם איז אזוי נרוים. מילא, ווען מיר האבען פערבייגעהענדיג אויסנערעכענט, אז מיט דער הילף פון 20 בעווענליכע פולים ואלט מען נעקענט מיט א קראפט פון איין פונט האבען א מיליאן פונט נעווינט, איז דאך אבגערעדט, אז אין דער פראקטיקע קען מען אזא זאך ניט דערווייזען, וואהרום וואו וועט מען קריגען א באלקע ואם וועט קענען אויסהאלטען א דרוק פון א מיליאן פונט, אפילו די קלענערע צאהלען ווי 3 אוך 4 פולים ווערען אויך ניט נעברויכט. ערשטענס איז ניט בעקוועם דאס ואם מען מיז ברויכען צופיעל שטריקלעך, אזוי פיעל

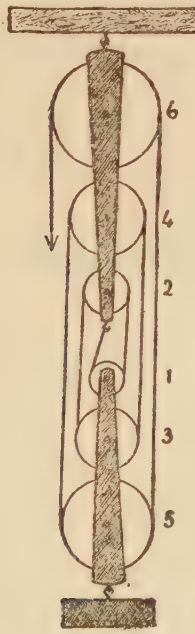
טייל אין 2 סעטס, יעדער סעט בעשטעהט פון דער זעלבער צאהל פולים, אין דער פיגור בעשטעהט יעדער סעט פון דריי פולים, יעדער סעט איז איינגעפיקסט צוזאמען אין איין בלאק. דער אויבערשטער בלאק ווערט אנגעהאנגען אויף דער באלקע, דער נעוויכט הייבט אויף דעם אונטעשטען בלאק. אנשטאט פיעלע שטריקלעך, ווערט אין דער קאמבינאציע געברויכט נור אין שטריקעל. איין עק פון דער שטריקעל מוז מען א פריהער צו בינדען צו דעם אויבערשטען בלאק, דאן כאפט זי ארום די קלענסטע פולע פון דעם אונטערשטען בלאק, געהט אריבער אויף דער קלענסטער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק, פון דעם קלענסטען אויבערשטען בלאק צו דער מיטעלער פולי פון אונטען, און אזוי ווייטער, ווי איהר קענט דאס דייטלעך זעהען אין דער פיגור. דער צווייטער עק הייבט אראפ לינקס פון דער גרעסטער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק. אזוי ווי דער גאנצער אונטערשטער סעט פון די דריי פולים איז איינגעפיקסט אין איין בלאק, מוז זיך דער גאנצער סעט בעוועגען ווי איין שטיק און דאס קען ניט געמאלט זיין אז די פולים וואס בעוועגען זיך מיט פערשיידענע שנעלקייט זאלען זיך פאנאנדער פליהען, ווי אין די ערשטע צוויי סיסטעמען. עס וואלט אבער אלץ געווען א צרה, אמת די פולים קענען זיך ניט פערנאנדערפליהען, אבער דאך בעוועגען זיי זיך אלץ שנעלער וואס נעהענטער צו דעם געוויכט און צו דער באלקע, און אויב זיי אליין קענען זיך ניט פאנאנדערגעהען, וואלטען די שטריק זיך פאנאנדערגעהען און וואלטען זיך געפלאנטערט און געקרימט, אום דאס צו פערמיידען איז דא דער קונציגער אייגפאל, וואס די פולים ווערען געמאכט אלץ גרעסער און גרעסער, אין דער זעלבער פראפארציע ווי עס וואקסט זייער שנעלקייט ביי'ן בעווענען זיך. און דערפאר זיינען זיי אין דער פיגור אייגנעטיילט אין דריי פאאר, אייגע פון דעם אונטערשטען בלאק מיט דער ענטשפרעכענדער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק, דערפאר זיינען די נומערען אין דער פיגור געפאארט 1 מיט 2; 3 פון אונטען מיט 4 פון אויבען, 5 פון אונטען מיט 6 פון אויבען.

די פארמע פון פולים האבען נאך אלץ דעם פעהלער וואס אויף לייגנערע שטרעקען קען מען זיי ניט ברויכען, זי קען אויפהייבען דעם געוויכט אויף א גאנץ קלייגע שטרעקע, אז מען זאל אפילו ברוי־

אז מיט אזא פּאָאר בעוועגליכע פּולים אין דער צווייטער סיסטעם איז דער מעכאַנישער נעווינס 3, א פּונט פון דער קראפט P הויבט א נעוויכט פון 3 פונט, דאָס איז כמעט די איינצעלנע קאַמבינאַציע פון די ערשטע סאָרטען וואָס ווערט געברויכט אין פּראַקטיקע. די קאַמבינאַציעס פון דעם דריטען סאָרט האָבען א פּיעל קלענערען מעכאַנישען נעווינס אָבער אין זיי ווערט אויסגעמיידט אָט די אלע אַננעצייגטע חסרונות פון די ערשטע סיסטעמען, און דער דריטער סאָרט ווערט כמעט איבעראל נעברויכט אין פּראַקטיקע.

די דריטע קאַמבינאַציע (פיג. 12)

פיגור 12



א קאַמבינאַציע פון פּולים פון דעם דריטען סאָרט

די פּולים זיינען דא, ווי איהר זעהט פון דעם פיגור, איינגע־

דער פארמע וועלכע ווערט אם מייסטען געברויכט אין פראקטיקע אין אלע אנדערע איינצעלהייטען בלייבט דיפארמע די זעלביגע ווי די ערשטע פארמע: די פערשידענע גרויס פון די פוילים, די אייצעלנע שטריקלאך וועלכע זוגעבונדען אויף דעם זעלבען אופן, אויף דאם פארען די פוילים אין קאפעלס, א. ז. ו.

וואם אנבעלאנגט דעם מעכאנישען געווינם פון דער פראקטישער סיסטעם איז ער פיעל קלענער ווי אין די ערשטע צוויי סיסטעמען, וואהרום א העלפט פון די פוילים זיינען דאך אייננעפיקסטע, אזן פון די 6 פוילים זיינען נאר דריי בעווענליכע אין דעם אונטערשטען בלאק. דעם געווינם אבער קען מען גאנץ לייכט אויסגעפינען, קוקט זיך צו צו פיגור 12 אזן איהר ווערט קלאהר זעהען אז דער געווינט איינצעלנע ווערט אויפגעהאלטען פון 6 שטריקלאך, דאם הייסט פון דער איין שטריק ווערט 6 טיילען וועלכע זיינען גלייך אנגעצויגען פון דעם געווינט, דריי רעכטס, אזן דריי לינקס, וועז דער געווינט ווערט ארויפגעצויגען איין פוס, ווערט יעדער טייל פון די 6 שטריקלאך פארקירצט אויף איין פוס, אזן דער פרייער עק פון דער שטריק, וואו עס ארבייט די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד, מוז זיך ארונטערלאזען אויף גאנצע 6 פוס. אזוי ווי די האנד קראפט בעווענט זיך אין דער סיסטעם 6 מאהל שנעלער פון דער געווינט, צייגט דאם נאך דעם אלגעמיינעם געזעץ וואם מיר האבען דערמאנט, אז די קראפט ג'כפל'ט אויף איהר געשווינדקייט, מוז זיין גלייך צו דעם געווינט ג'כפל'ט אויף זיין געשווינדקייט, אז די האנד־קראפט מוז זיין 6 מאהל קלענער פון דעם געווינט אזן וועז מען כפל'ט איהר אויף איהר געשווינדקייט וואם איז 6 מאהל גרעסער ווי די געשווינדקייט פון דעם געווינט, וועט דאם אויסקומען גלייך מיט דעם כפל'ען פון דעם געווינט, אויף זיין געשווינדקייט. אויב דער געווינט איז 6 פונט אזן ער הויבט זיך אויף אויף איין פוס, דארף די קראפט פון דער האנד זיין ניט מעהר ווי איין פונט אזן זי בעווענט זיך צו דערזעלבער צייט אויף 6 פוס ארונטער. אנשטאט די צאהל שטריקלאך קען מען זאגען אז די צאהל פין אלע פוילים צייגט דעם מעכאנישען געווינם פין דער סיסטעם. אין דער פיג. 12 זיינען דא אין גאנצען 6 פוילים אזן דער געווינם איז 6. זאל מען האבען 8 פוילים, 4 איינגעפיקסטע אזן4 בעווענ־

כען א לייגערע שטריק ווי אין דעם פיגור, וואו דער אונטערשטער בלאָק איז צו נאהענט צו דעם אויבערשטען, וועט אלץ די גרויסע לייג פון דעם אויבערשטען בלאָק ניט דערלאָזען דעם געוויכט צו קומען נאהענט צו דער באלקע, דערפאר וועלט אין דער פראקטיק געברויכט אנאנדער פארמע פון דער זעלבער סיסטעם. די פולים ווערען אויסגעפיקסט אין בלאָק ניט אין דער לייג, אויע אונטער די אנדערע, נאר זייט ביי זייט און דער בלאָק איז ניט א לאנגער, נאר א דיקער. (פיג. 13) צייגט דעם אויסערליכען אויסזעהן פון

פיגור 13

דער אויסערליכער אויסזעהן פון פולים א ר פראקטישען געברויך

זעקסטער קאַפּיטעל

מאשינען.

מאשינען זיינען אויפֿלבע מעכאניזמען, וואָס גיבען אונז די מעג־ליכקייט, אז א וועלבע עס איז קראפט זאל אָנגעווענדעט ווערען אין איין פונקט אדער פּלאץ און אויפֿטהאָן זיין ארבייט אין אנאנדער פונקט, און צו דערזעלבער צייט דורך די זעלבע מעכאניזמען קען די אָנגעווענדעטע קראפט האָבען גאנץ פערשיידענע ריכטונגען, און די ארבייט אויף דעם אנדער פונקט זאל אבגעטהאָן ווערען אין אנאנ־דער ריכטונג, דורך א מאשין קען אויך די קראפט זיין פּויל קלענער אין מאָס, ווי די קראפט וואָס זי דארף בייקומען אויף דעם אנדער פונקט.

די בעווענונג קראפט פון די ווינטען ווערט אָנגעווענדעט אויף די פלינלען פון דעם ווינט־מיל, און די קראפט דורך די מעכאניזמען פון דעם ווינט מיל טהוט די ארבייט אין גאר אן אנדער פּלאץ, זי בעווענט גאר די מיל־שטיינער איינע איבער די אנדערע, די ריכטונגען פון דער טרייבענדער קראפט פון ווינט זיינען דאָך גאנץ אנדערע ווי די ריכטונג פון דער בעווענונג פון די מיל־שטיינער. דאָס וואסער פון א וואסער־מיל פאלט מיט א געוויסער קראפט ארונטער אויפ'ן ראד פון דעם וואסער־מיל און טהוט די ארבייט פון צומאלען אנ־דערשוואו, אויך איז די ריכטונג פון דער וואסערקראפט א גאנץ אנ־דערע, ווי די ריכטונג פון די רעדער וואָס טהוען די ארבייט, מיר האָבען געזעהען ווי דורך די פערשיידענע קאָמבינאציעס פון פוליס קען אן אונבעדייטענדע קראפט הויבען א געוויכט ניט לערך נרעסער פון איהר. דאָך איז די מאשין אין אלע פאלען ניט מעהר ווי א מיטל איבערצונעבען די מעכאנישע ענערגיע פון איין פּלאץ צו דעם אנדערען; אין קיין פאל קען די מאשין ניט בעשאפען נייע ענערגיע אפילו דאז, וועז א קלייניע קראפט קען בייקומען מיט דער הילף פון דער מאשין ווי למשל מיט דער הילף פון די פוליס א מיטל

ליכע, איינגעאַרדענט נאָך דער לעצטער סיסטעם נאָך, וועט דער געווינם זיין 8, מיט אַנדערע וועלכער פאר יעדער בעווענליכע פולי איז דאָ א געווינם פון 2, 3 בעווענליכע פולים אין דער לעצטער סיסטעם מאַכען א געווינם פון 6, 4 בעווענליכע פולים א געווינם פון 8 א. ז. ו.

נאָך דעם ווי מיר זיינען אַביסעל בעקאַנט געוואָרען מיט איינער פון די איינפאַכע מאשינען, די פולי, וועט אונז לייכטער זיין צו בעגרייפען די בעאַבאַכטונגען וועגען מאשינען אין אַלגעמיין, און די מעכאַנישע געוועזען וואָס וועלען העלפען אונז צו פערשטאַהען די בעדייטונג פון אלע אַנדערע איינפאַכע מאשינען.

איהם ניט פון ארם טהוט קיין ארבייט, ווי אבנעמאטערט ער זאל ניט ווערען פון דער אנשטרענגונג. וועז א מענש הויבט אויף א שטיין פון דער ערד, אדער וועז ער קלעטערט ארויף באדג, דאם הייסט ער האט זיך אליין, זיין אייגענעם געוויכט, אויפגעהויבען אין דער הויך, האט ער אבגענומען א שטיק ארבייט, ער האט בייגע־קומען דעם ווידערשטאנד, וואס דער געוויכט פון דעם שטיין אדער דער נעגויכט פון זיין אייגענעם קערפער צייגט ארויס נעגען די בע־ווענונג, אזן האט זיי נעמאכט זיי זאלען זיך בעווענען אין א בע־שטימטער ריכטונג. וועז א פערד שלעפט א וואגען איבער א גלייכען ווענ, האט ער אבנעטהאן אן ארבייט, ער האט בייגעקומען די רייבונג צווישען דעם וואגען אזן דער פלאכע פון דער ערד וואס שטערט די בעווענונג, אזן האט נעמאכט דעם וואגען צו בעווענען זיך אין א נעווייסער ריכטונג.*

דער שטודיאום פון די פולים האט אונז בעוויזען אז אין אלע פאלען, וואו די דאזיגע איינפאכע מאשינען ווערען נעברויכט, איז די ארבייט פון דער אקטיוואר קראפט אימער גלייך צו דער אר־בייט פון דעם נעווייכט אדער דעם ווידערשטאנד וואס די אקטיוואר קראפט זוכט צו בייקומען, וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד, אז מען קען דאס ארוים־לאזען פון רעכענונג.

עהנליכע עקספערימענטען מיט אלע סארטען מאשינען האבען בעוויזען אז איבעראל, וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד, האלט

*) ווי אזוי ארבייט ווערט נעמאסטען, איז שוין נערעדט נעווארען אין דעם קאפיטעל ווענען פולים. דער מאס פון ארבייט איז דער כפל פון דעם נרויס פון דער קראפט אויף די שטרעקע וואס זי בעווענט זיך. א קראפט פון 100 פונט וואס האט זיך בעווענט 100 פוס איז 100 מאל 100 אדער, מיר זאגען, זי האט אבגעטהון אן ארבייט פון צעהן טוי־זענד פוס־פונט. אין מעסטען דאמפף־מאשינען ווערט אפט געברויכט דער אויסדרוק אזוי פיעל און אזוי פיעל פערד־קראפט. א פערד־קראפט איז א קראפט וואס טהוט אב 550 פוס־פונט אין א סעקונדע אדער 33000 אין א מינוט, דאס אי אויסגעפונגן נעווארען פון א גרויסע צאהל פראבען מיט די בעסטע פערד אין ענגלאנד.

נרעסערע קראפט, הייסט דאָס ווייט ניט, אז די פּוילישׁ האָבען בע־שאפען נייע קראפט.

מיר האָבען פּריהער אין די קאפּיטעלען איבער פּוילישׁ אנד אורחה בעמערקט, אז די ארבייט פון דער קלענערער האנד־קראפט איז פּונקט די זעלבע ווי די ארבייט פון דעם גרעסערען נעווייכט, אז מען זאָל נעהמען אין אנבעטראכט די רייבונגען צווישען די שכירקלעך אין די רעדלעך, און צווישען די פּוילישׁ אזן זייערע אקסען, ווען אויס־קומען אז די ארבייט פון דער קלענערער קראפט איז נאָך גרעסער ווי די ארבייט פון דעם גרעסערען נעווייכט, מיר האָבען דורך די פּוילישׁ בעווייזען, אז די קלענערע קראפט בעווענט זיך דערפאר פּיעל נרעסערע שטרעקען ווי דער גרעסערער נעווייכט.

דער וואָרט ארבייט ווערט נעברויכט אין מעכאניקע אין א בע־שטימטען זין, עטוואָס אנדערש פון דעם ווי ער ווערט נעברויכט אין אונזער צעווייגלייבער שפּראכע. וואָס מיר זאָלען ניט טהאָן, זאָלאנג מיר ווערען אין א קורצערער אדער א לענגערער צייט מיד, רופען מיר דאָס אן מיט'ן נאָמען ארבייט. א לעהרער ארבייט, א זינגער אין דער אפּערא ארבייט, זיצען ביי דער קאסע איז אן ארבייט, לעזען א בוך, האלטען רעדעם, האדעווען א קינד, טענדען א קראנקען — אלעס הייסט ארבייט. ארבייט און מעכאניקע הייסט בלויז דאן ווען די קראפט, ווירקענדיג אויף א נעווייסען קערפּער, האָט נעברויכט צו דעם רעזולטאט, אז דער קערפּער בעווענט זיך אין א בעשטימ־טער ריכטונג נאָך דער ריכטונג פון דער קראפט. דער מעכאניזער בענריף פון ארבייט האָט אין זיך צווייי הויפּט עלעמענטען 1.) די אקטיווע קראפט וואָס זוכט צו בייקומען א ווידערשטאנד, א שטער צו בעווענגונג. 2) די אקטיווע קראפט מוז בייקומען דעם ווידער־שטאנד, און דער רעזולטאט מוז זיין א בעווענגונג פון דער זאך אין א גלייכער לינע, נאָך דער ריכטונג פון דער אקטיווער קראפט. אויב פון דער ווירקונג פון דער קראפט קומט ניט ארויס קיין בעווענונג זאָגען מיר אין מעכאניקע אז קיין ארבייט איז ניט נעטהאָן נעווא־רען. די סטאלבעם וואָס שפּאנען אונטער א שווערע נעביידע, טהוען קיינע ארבייט אין דעם מעכאנישען זין. א מענש וואָס שטרעקט זיך אן אויפצוהויבען א שטיין פון טויזענדער פונטען און ריהרט

וועז מיר ווילען בלויז אז די אקטיוועז קראפט זאל ארבייטען אין איין ריכטונג, אוז די ארבייט זאל אויפגעטהאן ווערען אין אנאנדער ריכטונג, דאן איז די קראפט פון דערזעלבער גרויס ווי דער וויידערשטאנד אוז די מאשין העלפט נאר צו בעקומען די געווינשטע ריכטונג.

מיט דעם פרינציפ וועט אונז לייכטער זיין צו פערשטעהן די אויבערינע איינפאכע מאשינען.

די איינפאכע מאשינען זיינען 1) די לייווערם. 2) דער האר אוז אקסעל. 3) געקארבטע רעדלעך. 4) די פולי. 5) די איינגעבויגענע פלאכע. 6) דער קלין. 7) דער שרויף. די ערשטע דריי שטאמען אלע פון די לייווערם, די לעצטע דריי שטאמען אלע פון דער איינגעבויגענער פלאכע. אוז די פולים איז א קלאם פאר זיך. דא האבען מען מעהר צו טהאן מיט דעם פאקט, וואס די קראפט ווערט איבערגעגעבען דורך שטריקלעך, אוז איז גענרינדעט אויף דעם, וואס די שטריקעל ווערט אנגעצויגען דורך א קראפט אין אלע איהרע פונקטען גלייך. די פולי האבען מיר שוין בעטראכט, פאר די איבעריגע 6 איינפאכע מאשינען וועט זיין נויטיג צו אבשטעלען זיך אביסעל לייגער נאר אויף די לייווערם אוז אויף די איינגעבויגענע פלאכע, ווייל די אנדערע 4 שטאמען פון די 2.

אויס דער אלגעמיינער נעזעץ: אדער דער אלגעמיינער פרינציפּ פון ארבייט דורך מאשינען, אין אלע סארטען פון מעכאניזמען איז די ארבייט פון דער קראפט אדער קראפטען וואס טרייבען די מעכאניזמען גלייך צו דער ארבייט וואס וועלט אבנעטאן דורך די מאשינען.

דעם פרינציפּ פון ארבייט האט ניטאן אויסגעפונען אוך פארעפענטליכט אין דעם יאהר 1687, אלס א לאנגישען שלום פון זיין דריטען נעזעץ פון בעוועגונג אין אלגעמיין. דעם פרינציפּ קען מען רעכענען פאר דעם וויכטיגסטען אין דער געשיכטע פון פיזיק, אוך ספעציאל אין דער לעהרע וועגען מאשינען קענען מיר מיט דער הילף פון דעם פרינציפּ פערשטעהן די בעדייטונג אוך פארואוסזעהן די ווירקונג פון יעדער מאשין. אזוי ווי דער כפל פון דער אקטיוואר קראפט אויף די צאהל פום וואס זי בעוועגט זיך מוז זיין גלייך צו דעם כפל פון דער ווידערשטאנד קראפט אויף די צאהל פום וואס זי בעוועגט זיך, קומט אויס, אז וועז די טרייבענדע קראפט איז קלענער למשל פינף מאהל, ווי די קראפט פון דעם ווידערשטאנד, מוז זי זיך בעוועגען מיט א שנעלקייט 5 מאהל גרעסער ווי דער ווידערשטאנד אום דער כפל זאל אויסקומען גלייך, אוך פערקעהרט וועז די אקטיוואר קראפט זאל זיין 5 מאל גרעסער, וואט זי זיך מוזען בעוועגען מיט א שנעלקייט 5 מאהל קלענער פון דעם ווידערשטאנד. פון דערפון קען מען זעהען אז מאשינען וועלען נעברויכט אין 3 פאלען 1.) וועז מען ווייל דורך א קלייניע קראפט אויפהויבען א גרויסען געווייכט אדער בייקומען אנאנדער גרויסען ווידערשטאנד. אין דעם פאל זאגען מיר, אז די מאשין גיט אונז א מעכאנישען נעווינס. אזוי ווי אין דעם פאל מוז די אקטיוואר קראפט בעוועגען זיך מיט א גרעסערער שנעלקייט, דריקט מען אויס דעם מעכאנישען וואוערטה פון דער מאשין אזוי: אויף וויפיעל די מאשין נעווינט אין קראפט, אויף אזוי פיעל פערליערט זי אין שנעלקייט. 2.) וועז מען ווייל אז די ארבייט זאל נעטהאן וועלען מיט א גרעסערער שנעלקייט, דאן מוז די אקטיוואר קראפט זיין אזוי פיעל מאהל גרעסער ווי דער ווידערשטאנד. די מאשינען וועלען אנגעפונען מאשינען מיט א מעכאנישען פערלוסט, אדער נאך דעם צוויטען אויסדרוק די מאשין נעווינט אזוי פיעל מאהל אין שנעלקייט וויפיעל מאהל זי פערליערט אין קראפט. 3.)

מיט די נאטור קרעפטען און נאטור פּראָצעסען אָנגעקליבען א גרויסע סומע פון וויסען, ווי צו פערלייכטערען זיין אַרבייט מיט פערשיידענע נעציִג, און בעזאָנדערס די געציִג צו שניידען און כאָפּען. עס האָבען זיך ענטוויקעלט פאַך־לייטע, מעכאניקער, שמי־דען, א. ז. וו. פילייכט ניט וועניגער ווי 8 ביז 10 טויזענד יאָהר צוריק. האָמער, דער אָלטער, בלינדער פאָלקס דיכטער פון גריכען־לאַנד, בעשרייבט אין זיין בוך „איליאדא" א פּאַרטרעפליכען שאַפּ פון דעם נעטליכען שמיד, ווי ער אַרבייט פליסיג מיט 20 בלאָז־זאַ־קען, ווי ער רענולירט זיי נאָך דער פּאַדערונג פון דער אַרבייט, ווי ער לייגט אין פייער בראָנזע און ציִן, און די טייערע מעטאַלען גאָלד און זילבער, ווי ער שטעהט מיט די צוואָנגען אין האַנד, און אַרבייט מיט'ן שווערען האָמער אויף דער קאוואַלע, א. ז. וו. דאָס איז 3000 יאָהר צוריק. צו איבערגעבען די אָנגעקליבענע ערפאָהרונגען פון די פאַכלייטע און צו לערנען די יונגע דורות זייער קונסט אין פערפייניערען די אַרבייט אפּאַראַטען, האָבען זיי געמוזט צוזאַמען־קלייבען די ערפאָהרונגען אין א סיסטעמאַטישען וועג, און פאַרמו־לירען אין פעסטשטעלען רעגעלען פון זייער קונסט אַרבייט. דאָס איז נאָך אלץ נאָך וויִט פון מעכאַנישע וויסענשאַפּטליכע טהע־ריען, די ענטוויקלונג פון דער וויסענשאַפּט איז נעווען א זעהר לאַנג־זאַמער פּראָצעס, אלם וויסענשאַפּט האָט זי זיך אָנגעפּאַנגען ביי די אלטע גריכען. קיין שנעלע ענטוויקלונג פון מעכאניקע האָט ניט נעקאָנט זיין אפילו אין גריכענלאַנד, ווייל זי איז אויף נעווען, ווי אלע אלטע ציוויליזאַציאָנען פון דער אלטערטום, א שקלאַפען ציווי־ליזאַציאָן. אין די גלענצענדע צייטען פון איהר נעשיכטע האָבען זיך אין אפיני, דער הויפּטשטאָדט פון גריכישער ציוויליזאַציאָן, נעפונען 20 שקלאַפען אויף יעדען פרייען בירגער, אלע קלאַסען וואָל־טען אין גריכענלאַנד מיט שרעק בעגלענט דעם נעדאַנקען פון אָנ־וועגדען אָנשטאָט שקלאַפען — נאָטור־קראַפט און מאשינען, זיי וואָלטען אין דעם דערזעהען אַן אָנפאַנג פון א סאציאלע רעוואָלוציאָן. ערפינדער האָבען ניט נעקענט ערווארטען קיינע בעלאָהנונגען פאר זייערע ערפינדונגען.

ארכימעדעס, רעכענט מען נעווענליך אלם דעם ערשטען גריכ־דער פון א וויסענשאַפּטליכער מעכאניקע, ער האָט דער ערשטער

זיעבטער קאַפּיטעל

ליווערס

א ליווער אין דער איינפאַכסטע פֿאָרמע איז ניט מעהר, ווי א האַרטער שטעקעז וואָס קען זיך ניט בויגען. צו קייקלען א שווערן קלאַץ האָט דער מענש געברויכט האַרטע לאַנגע און פערשפּיצטע שטעקענס מיט טויזענדער יאָהרען צוריק, ניט האָבענדיג קיין שטיקעל בעזריף ווי אזוי אָט די איינפאַכע מאַשין, דער שטעקען אַדער דער ליווער העלפט איהם דאָס צו טהאָן. פון ערפאַהרונג האָט ער דאָס אויסגעפונען. א קלאַץ וואָס ער האָט מיט זיינע אונבעוואָפנטע כחות בשום אופן ניט געקענט ריהרען פון אָרט, איז איהם פערהעלטנים מעסיג לייכט געווען צו קייקלען, וועז ער רוקט אונטער דעם שטעקען אונטער דער קלאַץ, גראָבט איין דעם שפּיץ אין דער ערד אוז לייגט צו זיין קראפט אויפצוהייבען דעם אַנדער עק פון דעם לאַנגען שטעקען, וועז די קלאַץ האָט זיך אביסעל אַבגעקייקעלט, מאַכט ער דעמזעלבען קונץ מיט זיין איינפאַכע מאַשין, דעם שטעקען אַדער ליווער, אוז קייקעלט זי אַפ נאָך ווייטער.

דאַרווין בריינגט ביישפּיעלע פון חיות, וואָס ברויכען מאַנכע מאָהל געשייג, אין דעם דריטען קאַפּיטעל פון זיין בוך „די אבשטאַמונג פון דעם מענשען", זייטע 115 דערצעהלט דארווין, „איינע א מאַלפּע האָט מען אויסגעלערנט צו עפענען די דעקע פון א גרויסען קאַסטען מיט א שטעקען אוז נאָכדעם פלעגט זי אָפט ברויכען א שטעקען ווי א ליווער צו בעווענען שווערע זאכען, איך האָב אליין געזעהן, ווי א יונגער אראנג (א מין מאַלפּע) האָט אריינגעשפּאַרט א שטעקען אין א שפּאַלט , האָט זיך געמומען פאר דעם אנדערען עק פון'ם שטעקען אוז האָט ריכטיג געארבייט מיט דעם שטעקען ווי מיט א ליווער" עס איז גאָנץ וואהרשיינליך אז א ליווער אוז א שטריק געהערען צו גאָר די עלטסטע מעכאַנישע ערפינדונגען פון מענשען. אין א פּעריאָדע נעווים ניט וויניגער פון 12 ביז 15. טויזענד יאָהר האָט דער מענש דורך זיינע אייגפאַכע אינסטיקטיווע בעקאַנטשאפט

פון די פערלאַרענע ביכער רעכענט מען 4 ביכער וואָס האָבען געהאַט א שיכות מיט מעכאַניקע (1) א בוך וועגען וואַגשאַלען און לי־ווערס, א בוך וועגען דעם געוויכט־צענטער, א בוך וועגען א שרויף וואָס טראַגט ביז יעצט זיין נאָמען „ארכימעדע׳ס ענדלאָזער שרויף" און וועגען רעדער מיט אקסלען.

פערבליבען זיינען דאָ 2 בענדער, וועלכע בילדען דעם פונדא־מענט פון זיינע מעכאַנישע טעאָריען. קיינע מעכאַנישע געזעצען פון בעוועגונג געפינט איהר ביי איהם ניט, קיינע בענריפען וועגען ארבייט, קראפט, ענערגיע, אינערציע, מאסע, געשווינדקייט פון בעוועגונג זיינען דאָ ניטאָ. דעם ליוועד בעטראכט ער ניט אלס א מאשין, ער האָט אויסגעפונען ריכטיג דעם געזעץ וויי אזוי עס באַ־לאנסירען פערשידענע געוויכטען וועלכע היינגען אויף א ליוועד, זיי־נע בעווייזע זיינען ריין געמעטרישע, די באלאנסירונג זעלבסט פון געוויכטען אויפ׳ן ליוועד בעהאנדעלט ער ניט אלס א פראגע פון אר־בייט, נאָר אלס א פראגע וואו עס געפינט זיך דער צענטער אדער דער שווערפונקט פון די באלאנסירענדע זאכען. פאר די וואָס זיי־נען בעקאנט מיט געמעטריע וואָלט געווען אינטערעסאנט צו בריינ־גען זיינע ארגינעלע בעווייזע פון דעם געזעץ פון ליוועדס. ער רעדט נאָר אייגענטליך ניט וועגען ליוועד זעלבסט. אין היינטיגע ביכער פון פיזיק, אין די קאפיטלען וויי אויסצוגעפינען דעם געוויכט־צענ־טער פון פערשיידענע זאכען, ווערען געברויכט זיינע מעטאדען אוו זיינע ערקלערונגען, אבער וועגען ליוועדס אוו אנדערע מאשינען קע־נען מיר פון זיינע ארבייטען ניט מאכען קיין געברויך, ווארים אוי־גענטליך איז ער נאָר ניט דער גרינדער, אפילו ניט דער אנפאנגער פון מעכאניקע, וועלכע וויסענשאפט, וויי פריהער אנגעצייגט, איז די וויסענשאפט פון בעוועגונג, אוו וועגען די געזעצען פון בעוע־גונג, געפינען מיר ביי איהם אפילו די ערשטע שפורען אויף ניט.

עס וואָלט דאָך געווען אן אנרעכט צו רייד׳ען וועגען ליוועדס אוו ניט אבשטעלען זיך אויף ארכימעדעס. יעצט קענען מיר אריבער־גיהען צו בעטראכטען די ליוועדס, וויי מעכאניקע ערקלערט זיי היינט.

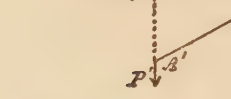
מעאַרעטיש בעגרינדעט דעם נעזעץ פון ליווערם, וועגען איהם ווערט דערצעהלט אין געשיכטע, אז ער האָט זיך מיט התפעלות אויסגעדריקט „גיט מיר א שפּאַרונג פֿונקט פֿאר מיין ליווער, און איך וועל אויפהייבען די גאנצע וועלט, די ערד מיט אַלעמען". זיין געזעץ פון ליווערם איז טאקע א ריכטיגער, אָבער זיין בעגרינדונג האָט נאָר נית צו טהאָן מיט דער וויסענשאַפט פון מעכאַניקע וויי מיר פערשטעהען דאָם היינט, די וויסענשאַפט פון בעוועגונג, וואָם האָט זיך אַננעפאַנגען מיט אַן ערך פון 300 יאָהר צוריק און האָט זיך שנעל ענטוויקעלט פון ניוטאָן'ען ביז היינט. אַרכימעד איז געווען דער גרעסטער מאַטהעמאַטהיקער פון אַלטערטהום. א וון פון א גריכישען אַסטראָנאָם, האָט געקאָנען א טיכטיגע בילדונג נאָך יענע צייטען נאָך אין די שולען פון אַלעקסאַנדריע, און האָט פערבראַכט זיין לעבען אין דער שטאָדט סיראָקוזי אין סיציליען אין שטודירען מאַטעמאַטיקע און מעכאַניקע, און 75 יאָהר אַלט איז ער געפאַלען פון דער האַנד פון א רוימישען סאָלדאט. די געשיכטע וואָם דערצעהלט אזוי פיעל אנעקדאָטען וועגען דעם מערקווירדיגען געניע, דערצעהלט אזא אנעקדאָט וועגען זיין טוידט. דער רוימישער גענעראל נאָך דעם ווי ער האָט איינגענומען די שטאָדט סיראקוזי, וועלכע ארכימעד האָט מאַנאַטען לאַנג פערטיידינט מיט זיינע קונציע מאשינען, האָט אַרויסגעגעבען א בעפעהל זיינע סאָלדאטען, זיי מעגען אויסשלאַכטען אַלע איינוואָהנער אויסער ארכימעדעס; וועז א רוימישער סאָלדאט איז אריינגעקומען צו ארכימעד'ען, האָט ער איהם געפונען בעשעפטיגט מיט מאכען רעדעלעך אין זאמד, און אויף דעם סאָלדאט'ס פראגע וועגען זיין נאָמען האָט איהם ארכימעד געענטפערט „ריהר ניט אָן מיינע רעדלעך" און דער סאָלדאט האָט איהם נליך נע'הרג'עט, דאָם האָט פאסירט אין דעם יאָהר 212 פאר דער קריסטלעכער צייט רעכענונג דאָם איז איבער 2100 יאָהר צוריק.

פון די 10 פערבלייבענע ביכער זיינען אייניגע אין דעם אריגינאל אין גריכיש, אנדערע אין לאטיניש און אראבישע איבערזעצונגען. אנדערע רעכענען אז 9 אדער 10 ווערקע זיינען פערלאָרען געגאנגען.

איהר זאלט ניט נעהמען אוז אויפהויבנגען זיי אויף די פערשיידענס־טע פונקטען פון דעם לייווער רעכטס אוז לינקס פון פונקט **P** וועט איהר אויסגעפינען, אז דער כפל פון דעם געוויכטס רעכטס אויף זיין וויימקייט פון דעם פונקט **P** איז גלייך צו דעם כפל פון דער אק־טיוור קראפט לינקס אויף איהר וויימקייט פון'ם פונקט **P** • די וויימקייטען פון דעם אנשפארונג־פונקט רופט מען די ארעמס פון דעם לייווער, אוז דער כפל פון דער קראפט אויף זיין ארעם, רופט זיך דער מאמענט פון דער קראפט.

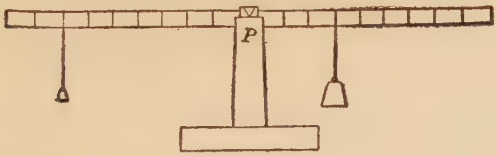
קורץ אויסגעדריקט וועט דער געזעץ פון לייווער לויטען אזוי „דער מאמענט פון דעם געוויכט מוז זיין גלייך צו דעם מאמענט פון דער אקטיוור קראפט". דאס איז ווען די צוויי קראפטען באלאנ־סירען איינע די אנדערע אוז דער לייווער בעווענגט זיך ניט. ווען מען זאל צולענען דעם מינדעסטען געוויכט לינקס צו דער אקטיוור קראפט וועט זיך דער לייווער אנהויבען צו בעווענגן, דער לינקער ארעם מיט זיין געוויכט וועט זיך ארונטערלאזען, אוז דער געוויכט רעכטס מיט'ן רעכטען לייווער־ארעם וועט זיך אויפהויבען. (פיגור

פיגור 15



15) דער לייווער **AB** נעפינט זיך יעצט אין **A, B,** די אק־טיוע קראפט **P** נעפינט זיך יעצט אין **A'** אוז דער געוויכט **W** נעפינט זיך אין **B** די קראפט **P'** האט דעם לייננערען ארעם פון דער לייווער, וועלכער האט דעם אנשפארונג פונקט אין **F** אוז דער געוויכט **W** האט דעם קלענערען ארעם. יעצט וועז דער לייווער בעווענגט זיך ארבייטען ביידע קראפטען, קוקט זיך צו צו די שטרעקען וואס די קראפטען האבען דורכגעמאכט אין זייער בע־וועגונג, וועט איהר לייכט זעהען אז די אקטיוע קראפט **P** האט זיך בעווענגט אדער עריוייטערט פון זיין פריהערדיגער לאגע אויף די

פיגור 14



דער איינפאכער ליווער

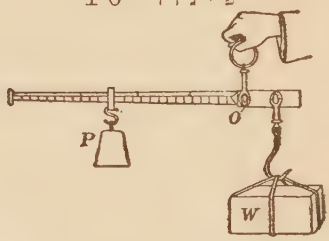
א ליווער (פיג. 14) איז א האַרטער און בויגזאמער שטאַנג, וועלכער קען זיך פרייַ בעווענגען ארום א וועלכען עס איז פונקט **P** דער פונקט **P** הייסט דער אנשפאַרונג־פונקט. דער שטאַנג איז איינגעטיילט אין גלייכע טיילען, ווי איהר זעהט פון די לינייעס אין דער פיגור. לאַמיר זאַגען ער איז איין פוס און א האַלב לאַנג און איז איינגעטיילט פינקטליך אין 18 אינטשעס. עס איז בעזאַרגט אז די רייבונג צווישען דעם שטאַנג און דעם אנשפאַרונג פונקט P'' זאַל זיין קליין ווי מעגליך. מיר נעהמען אויך ניט אין אנבעטראַכט דעם געוויכט פון דער שטאַנג זעלבסט. יעצט היינגט אויך אויף א פאַדים 3 פונט 2 אינטשעס רעכטס פון דעם אַנשפאַרונג פונקט. זוכט אויס א פונקט לינקס, וואו איהר קענט אויפהענגען איין פונט, און דער שטאַנג זאַל בלייבען רוהיג, דאַס הייסט געפינט א פונקט לינקס וואו איין פונט זאַל אויפהאַלטען די 3 פונט רעכטס, וועט איהר אויסגעפינען אז דער פונקט מוז זיין פינקטליך 6 אינטשעס לינקס פון דעם אנשפאַרונג פונקט. כפל׳ט די 3 פונט אויף איהר שטרעקע פון דעם אנשפאַרונג פונקט, קריגט איהר די צאַהל 2 מאַל 3 — 6 ; כפל׳ט דאַס זעלבע דעם איין פונט לינקס אויף זיין שטרעקע בעקומט איהר אויך פינקטליך 1 מאַל 6 — 6 ; פרובירט אנשטאַט איין פונט אויפהיינגען 2 פונט לינקס, וועט איהר אויסגעפינען, אז די שטרעקע יעצט פון דעם אנשפאַרונג פונקט לינקס איז גראַדע 3 אינטשעס ; ווייטער צייגט זיך אַרויס אז דער כפל פון די 2 פונט אויף 3 איז 6 ; נעהמט אנדערטהאַלבען פונט, וועט דער פונקט לינקס זיין 4 אינטשעס פון דעם אנשפאַרונג פונקט. און דער כפל פון די אנדערטהאַלבען פונט אויף 4 איז ווייטער 6. ווי־פיעל עקספערימענטען איהר זאַלט ניט מאַכען, וועלכע געוויכטען

אכטער קאפיטעל

די דריי קלאסען ליווערס.

די ערשטע קלאסע ליווערס זיינען אזעלכע וואס זייער אנשפאנונג־פונקט לינט צווישען דעם געוויכט און דער אקטיווער קראפט. נעווענהנליכע וואגשאלען איז דער אינפאכסטער ביישפיעל פון אזא ליווער. זיינע ביידע ארעמס מוזען זיין גלייך. א מאל פלעגט מען אפט ברויכען אויף אבצואוועגען זאכען אן איינפאכערען אינסטרומענט וואו דער פרינציפ פון א ליווער מיט ניט גלייכע ארעמס ווערט אנגעווענדעט. אין רוסלאנד האט ער געהייסען בעזמען (פיג. 16)

פיגור 16



דער בעזמען

דעם אינסטרומענט איז לייכטער צו טראגען מיט זיך, און רייזענדע קויפלייטע פלעגען זיך מיט איהם פיעל בעגוצען, אויסער דעם ברויכט מען ניט צו האבען פיעלע געווייכטען מיט זיך. דער אנשפאנונג פונקט איז ביי דער הענטעל O, וועלכע איז גאנץ נאהענט פון דעם רעכטען עק פון דעם אייזערנעם אדער קופערנעם ליווער. די זאך וואס מען דארף אבווענגען היינגט מען אויף דעם קורצען ארעם. און רוקענדיג דעם גענויכט P , קען מען מיט דעמזעלבען לייכטען געווייכט אבווענגען גאנץ שווערע זאכען. די צייכענונגען אויף דעם אינסטרומענט צייגען וויפיעל פונט דער גענויכט P באלאנסירט ווען ער דערנרייכט די פערשיידענע פונקטען. לאמיר אננעהמען ווען P וואס וועגט איין פונט שטעהט ביי דעם ערשטען פונקט גראדע

געפינטעלטע ליניע A'C, וועלכע איז פיעל גרעסער ווי די W שטרעקע B'D וואס דער געווייכט W האט געמאכט. דער וואס ווייס אביסעל געמעטריע קען לייכט בעווייזען אז די פּראפּארציע צווישען די דאזיגע שטרעקען איז גראדע דיזעלבע ווי די פּראפּארציע צווישען די לייווער ארעמס. אויב דער לייווער ארעם A'F פון דער אקטיוואר קראפט P איז למשל 3 מאל גרעסער ווי דער ארם FB פון W, וועט די שטרעקע A'C פון דער קראפט P אויך זיין 3 מאל גרעסער פון דער שטרעקע B'D פון דעם געוויכט W.

דאס בעווייזט וויטער ווי ריכטיג עס איז דער פרינציפ פון ארבייט. אויב די קראפט P איז 3 מאל קלענער פון W איז דערפאר די שטרעקע פון זיין בעוועגונג 3 מאל גרעסער ווי די שטרעקע פון W, און די ארבייט וואס איז אריינגעלעגט אין דער מאשין ביי P איז פונקט דיזעלבע ווי די ארבייט פון דעם געוויכט W וועלכען P האט בייגעקומען און אויפגעהויבען אין דער הויך.

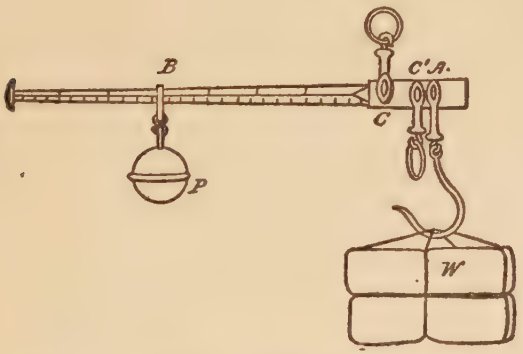
אויב א קראפט פון א פונט קען דורך דעם גרעסערען ארעם אויפהויבען א געוויכט פון 3 פונט, וועט דער פונט קראפט בעוועגען זיך אויך א שטרעקע 3 מאל גרעסער ווי דער 3 פונטיגער געוויכט, און זייערע ביידע ארבייטען וועט אויסקומען גלייך. דערמיט וואס איהר האט געוואונען אין קראפט 3 מאל האט איהר פערלארען אין געשווינדקייט 3 מאל. זאל פערקעהרט דער געוויכט היינגען אויף דעם לאנגערען לייווער ארעם, וואלט איהר געדארפט אנווענדען אויפ'ן קורצערען ארעם 3 פונט קראפט פאר יעדען פונט פון'ם געוויכט, איהר פערלירט 3 מאל אין קראפט, דערפאר וואלט זיך דער געוויכט בעוועגען 3 מאל שנעלער פון אייער אקטיוואר קראפט.

און איהר קענט מיט דעמזעלבען געוויכט וועגען פיעל מאל שווערער זאכען ווי פריהער.

אין דער ערשטער קלאסע ליוועדס האבען די 2 קראפטען, די אקטיוע און די וואס מען ווייל בייקומען, געווירקט אויף ביידע זייטען פון דעם אנשפארונג פונקט, איינע רעכטס און איינע לינקס. די ארעמס פון די קראפטען האבען געקענט געמאכט ווערען ביידע גלייך אזוי ווי אין די געווען הנליכע וואגשאלען און דאן האבען מיר קיין מעכאנישען געווינס און קיין מעכאנישען פערלוסט, די ביידע קראפטען זיינען דאן גלייך; מיר האבען געקענט מאכען דעם ליווער ארעם פון דער אקטיווער קראפט פיעל מאל לענגער ווי דעם ארעם פון דעם געוויכט W און דאן האבען מיר א מעכאנישע געווינס אויף אזוי פיעל מאל, וויפיעל מאל דער ארעם פון דער אקטיווער קראפט איז לענגער פון דעם קורצען ארעם פון W; און צו דערזעלבער צייט האבען מיר געמוזט האבען א פערלוסט אין געשווינדקייט פונקטליך אויף אזוי פיעל מאל וויפיעל מאל מיר האבען געוואונען אין קראפט, און פערקעהרט. מיר האבען געקענט מאכען דעם ליווער ארעם פון דעם געוויכט W לענגער און דעם אנדערען ארעם פון דער אקטיווער קראפט קורצער, דאן האבען מיר א מעכאנישען פערלוסט; אויב דער קראפט ארעם אויפ'ן ליווער זאל זיין 3 מאל קירצער פון דעם געוויכט ארעם וועט מען מוזען אנוועגדען א קראפט פון דריי פונט אויפצוהויבען איין פונט פון דעם געוויכט און צו דערזעלבער צייט ווי גרויס עס איז דער מעכאנישער פערלוסט אזוי גרויס איז דער געווינס אין געשווינדקייט: די 3 פונט הויבענדיג דעם פונט, וועלען מאכען דעם איין פונט פון'ם געוויכט W צו בעווענען זיך דריי פוס הויך, וואהרענד די 3 פונט וועלען זיך ארונטערלאזען נאר איין פוס. אין די ליווערס פון דער צווייטער און דריטער קלאסע געפינען זיך ביידע קראפטען אויף איין זייט פון דעם אנשפארונג-פונקט, אויף אין זיי קענען די ארעמס ניט זיין גלייכע, איינע מוז דאך זיין נעהענטער צום אנשפארונג-פונקט ווי די אנדערע, ווי באלד זיי זיינען ביידע אויף איין זייט פון איהם, און דערפאר מוז אדער די אקטיווע קראפט האבען דעם לענגערען ארעם, און דאן רופט מען עס א ליווער פון צווייטער קלאסע, אדער דער געוויכט W האט דעם לענגערען ארעם און דאן רופט מען

אזוי ווייט פון דער הענטעל O לינקס, ווי דער קרוק אויף וועלכען מען היינגט אן די זאכען צום וועגען איז ערווייטערט פון איהר רעכטס, דאן אזוי ווי ער איז א לייווער פון גלייכע ארעמס, וועט איהר P באלאנסירען איין פונט און דער W וועגט דאן א פונט, אויף דער צווייטער צייכנונג האט דער פונט P לינקס א ארעם 2 מאל ערעסער, וועט ער באלאנסירען 2 פונט און די זאך W זאגען מיר וועגט 2 פונט, א. ז. ו.

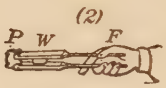
פיגור 17



א דאפעלטער בעזמען

א שטיקעל פערבעסערונג אין דעם אינסטרומענט קענט איהר זעהען אין (פיג. 17). דער שטאנג האט אויף זיך צייכנונגען פון ביידע זייטען אי פון אויבען אי פון אונטען. ער האט אויף 2 הענטלעך פון אויבען און פון אונטען. די אונטערשטע הענטעל איז גאר נאהענט פון דעם קרוק אויף וועלכען מען היינגט די זאכען צום אבוועגען. דאס האט איהר אין אייגעם 2 אזעלכע אינסטרומענטען. איהר וועגט אויף איהם ווי פריהער. ברויכט מען צו וועגען גאר שווערע זאכען, קעהרט איהם איבער אויף דער אנדער זייט און איהר מאכט דעם רעכטען ארעם מיט דעם, וואס די הענטעל איז אזוי נאהענט צום קרוק, פיעל קירצער, און איהר האט א נייעם אינסטרומענט מיט נייע צייכנונגען

פיגור 18



נים־קרעקער

איז אויך אזא ליווער. P דער אנשפארונג־פונקט איז ביים ענדע פון דעם נוס־קרעקער וואו ער שליסט זיך צוזאמען. W דער נוס וואס מען דארף בייקומען לינט נאהענט צו P און ער האט דעם קורצען ארעם. די האנד F די אקטיווע קראפט האט דעם לאנגען ארעם פון דעם ליווער, און דער מעכאנישער געווינם איז אזוי גרויס וויפיעל דער האנד ארעם איז גרעסער פון דעם נוס ארעם.

פיגור 19

א טאטשקע פאר שווערע משאות

פיגור 20

א גערטנערס טאטשקע

א טאטשקע איז אויך א מין ליווער פון דער צווייטער קלאס. (פיג. 19) (פיג 20). דער אנשפארונג פונקט איז אין דער אקס ביים רעכטען עק פון דער טאטשקע. דער רעדעל איז ארויפגעזעצט אויף דער אקס צו פערקלענערען די רייבונג. דער נעווינט איז די מאסע אין דער טאטשקע. און די אקטיווע קראפט פון דעם וואס ארבייט ווערט צוגעלעגט צו די הענטלעך פון דער טאטשקע אין פראנט.

וועז די מאסע איז א שווערע ווי ציגעל, שטיינער, אייזען זאהט דער ארבייטער צו פערדרוקען די מאסע צום וועגטעל לעבען דער אקס, ווייל וואס נאהענטער די שווערע מאסע איז צו דער אקס, אלץ קירצער איז דער נעווינט ארעם און אלץ גרעסער ווערט זיין דער מעכאנישער נעווינס. קוקט זיך צו צו די צוויי טאטשקעס, ווערט איהר זעהען ווי פערשיידען זיי זיינען געבויט. פיג. 20 איז א וועגעלע פאר פיהרען לייכטע זאכען. ער ווערט געברויכט אין פארקס, אין גאר־

עם א לִיווער פון דריטע קלאסע. אין די טעקסט־ביכער איבער מע־
כאניקע ווערט נעווענדלעך געמאכט דער אונטערשייד צווישען די
לִיווערס פון דער צווייטער קלאס און די לִיווערס פון דער דריטער
קלאס אז אין דער צווייטער קלאסע לִיווערס איז דער נעוויכט W
צווישען דער אקטיווער קראפט און דעם אנשפּארונג פּונקט און אין
דער דריטער קלאסע איז די אקטיוועַ קראפט צווישען דעם נעוויכט
און דעם אנשפּארונג־פּונקט; עס איז דאסזעלבע וואס איז נעזאגט
געווארען אין מיין ערקלערונג, וועלכע העלפט גלייך צו פערשטעהען
דעם מעכאניזשען ווערטה פון די ביידע קלאסען לִיווערס. די צווייטע
קלאסע ווּאם האט דעם ארעם פון דער אקטיווער קראפט לענגער, גיט
אימער א מעכאנישען געווינס און א פערלוסט אין שנעלקייט, די
דריטע קלאסע לִיווערס, ווּאם האבען דעם ארעם פון דעם נעוויכט א
לענגערען גיבען אימער א מעכאנישען פערלוסט און א נעווינס אין
שנעלקייט.

דער נראבער שטעקען וועלכען אפילו דער ווילדער מענש האט
געברויכט צו קייקלען קלעצער, וועגען וועלכען מיר האבען אנגע־
צייגט אין אנפאנג פון דעם קאפּיטעל איבער לִיווערס, איז א לִיווער
פון דער צווייטער קלאסע. דער פערשפּיצטער עק וואס ווערט איינ־
גענראבען אין דער ערד אונטער'ן קלאץ איז זיין אנשפּרונג פּונקט.
דער נעוויכט P פון דעם קלאץ וואס דער מענש ווילּ בייקומען
האט א גאנץ קורצען ארעם, ער דריקט זעהר נאהענט פון דעם אנ־
שפּארונג פּונקט, די אקטיוועַ קראפט די האנד האט די לענג פון
דעם גאנצען שטעקען פאר איהר ארעם. אויב די ליינג פון דעם
גאנצען דראנג איז אפילו ניט מעהר ווי 10 מאל אזוי פיעל ווי דער
קורצער ארעם פון דער קלאץ, קען די האנד מיט א קראפט פון 100
פּונט הויבען א נעוויכט פון 10 מאל 100 אדער 1000 פונט, א מעכא־
נישער נעווינס פון 10 מאל, און דערפאר פערליערן מיר אין שנעל־
קייט; פאר יעדען פוס וואס די האנד הויבט זיך וועט די קלאץ
הויבען זיך איין צעהנטייל פון א פוס. א נוס־קרעקער (פיג. 18)

דער עלענבויגען. דער געוויכט W ליגט אין דער האנד און דער מוסקול F. וואס מאכט די האנד מיט דעם געוויכט צו הויבען זיך, איז צוגעבוגדען ניט ווייט פון P. דא איז דער געוויכט ארעם פיעל לענגער פון דעם קראפט־ארעם. מיר פערלירען אין מעכאנישער קראפט. אום צו הויבען איין פונט מוז זיך דער מוסקול אנשטרענגען פיעל מאל מעהר ווי איין פונט, דערפאר געווינען מיר אין שנעל־קייט, דער מוסקול F בעווענט זיך אן אונבעדייטענדע שטרעקע און דער געוויכט W מיט דער האנד בעווענגען אזוי פיעל מאל שנעלער ווי פיעל מאל דער געוויכט־ארעם פון דער האנד ביז'ן עלענבויגען איז גרעסער פון דעם קורצען קראפט־ארעם פון עלענ־בויגען ביז דעם עק פון דעם מוסקול F.

פיגור 22

א שערעל

א געווענליכע שער (פיג. 22) איז א דאפעלטער ליווער פון דער ערשטער קלאסע. דער אנשפארונג־פונקט איז P. דער שרייפעל וואס שליסט ביידע טיילען פון דער שער. און די טקטיווע קראפט, די האנד, ארבייט אויף איין זייט פון W.P. די זאך וואס מיר ווילען צושניידען איז אויף דער אנדער זייט פון P. דאדורך מען שניידען א לייכטע זאך ווי פאפיער, לייכטע באבריק־שטאפען, קען מען מאכען דעם געוויכט ארם פון W ביז P פיעל ליינגער פון דעם קראפט־ארם P F, און דאן וועלען מיר געווינען אין שנעלקייט, דאדורך מען אבער שניידען שווערע זאכען ווי אייזען, צינ א. ז. ו. מאכט מען דעם ארם W P קורץ ווי מענליך און דאן געווינען מיר אין קראפט.

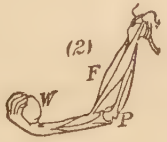
אמאל קען איין אדער דערזעלבער אינסטרומענט ווערען פון איין סארט ליווער א צווייטער סארט. דער שטעקען מיט וועלכען מיר קייקלען קלעצער, האבען מיר געזאגט, איז א ליווער פון דער צווייטער קלאסע, ווען דער פערשפיצטער עק ווערט אויפגעראבען אין דער

טענס צו פיהרען גראז, בלומען א. ז. וו. די שווערקייט פון די זאכען שפּיעלט דאָ קיין ראָליע ניט. דער קאסטען פון׳ם וואָגען איז ניט אָנגערוקט אויף אקס. עס איז ניט נויטיג צו מאכען דעם געוויכט ארעם אזוי קורץ ווי מעגליך. די לייכסטע זאכען פילען אן דעם קאסטען, די הענטלעך זיינען קורצע, ווייל מען ברויכט ניט צו מאכען דעם ארעם פון דער אקטיוואר קראפט אזוי לאנג, נאָנץ אנדערש איז דער פאל פון דער טאטשקע (פיג. 19), וואָס ווערט נעברויכט צו פיהרען די שווערסטע זאכען, אום צו מאכען דעם מעכאניזעז גע־ווינס וואָס גרעסער, מוז מען זעהען צו האָבען וואָס לענגער דעם קראפט ארעם אוז וואָס קורצער דעם געוויכט ארעם. דערפאר זיינען די הענטלעך אין דער טאטשקע לאנגע, דער קאסטען פון׳ם וואָגען איז ארויפגעוואָרפן איבער׳ן אקס, אויך איז דער טייל פון׳ם קאסטען איבער׳ן אקס טיעפער, כדי מען זאל קענען די שווערע מאסע צורו־קען נעהענטער צו דער וועגטעל אוז מאכען דעם געוויכט ארעם וואָס קורצער. וואָס נעהענטער די שטיינער וועלען ליגען צו דער אקס, אלץ לייכטער וועט דאָס זיין דעם ארבייטער צו שלעפען די טאטש־קע.

דער בעסטער ביישפּיעל פון א דריטע קלאסע לייווער איז די צוואנגעל אנצוגעהמען א שטיקעל צוקער. דא ברויכט מען ניט צו זארגען פאר א מעכאניזעז געווינס. דער אנשפּאָרונג פונקט איז דא אין דעם אויבערשטען עק, דער אנדער עק איז דער וואָס פערכאפט דעם שטיקעל צוקער, די גאנצע לענג פון דעם צוקער־צווענגעל איז דא דער געוויכט ארעם, און די אקטיוואר קראפט, די האנד, ווערט צו־נעלעגט אין מיטען פון דער צווייענגעל.

נאך א ביישפּיעל פון אזא לייווער איז דער מעכאניזעז געבוי פון אונזער האנד אליין. (פיג. 21). דער אנשפּאָרונג־פונקט P איז

פיגור 21



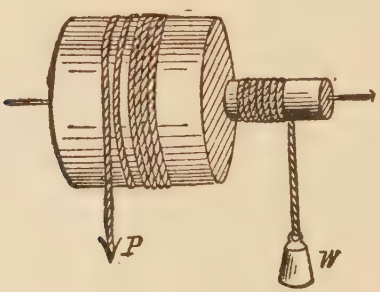
אונזער ארים אלס לייווער

נייַנטער קאַפּיטעל

א ראד מיט אן אקסעל.

די נלייכע לייווערס ווערען ווייניגער געברויכט ווי די לייווערס, ווען האבען די פארמע פון צילינדרען אדער רעדער. א נלייכער לי־ווער האט זעהר א בעשרענקטע בעווענונג. זיינע עקען בעווענען זיך נאר ארויף און אראב און אויך נאר ביז א זעהר קלייניעם נראד. אפט נלייטשט זיך דער לייווער אראב פון זיין אנשפארונג פונקט. די אלע פעהלערן זיינען נישטא אין די סארטען לייווערס וואס הייסען אין מעכאניקע „ראד און אקסעל". דער צילינדער אדער דער ראד וואס איז ארויפגעזעצט אויף א פעסטע אקס, וועט שיון פון זיין אנשפא־רונג־פונקט ניט קיינען אראבגלייטשען זיך. (פיג. 23) צייגט די אויי־פאכסטע פארמע פון אזא מאשין. זי בעשטעהט פון 2 צילינדערען פון פערשיעדענע גרויס. בייידע פון אירן שטיק, און בייידע דרעהען זיך ארום אירן אקס. דאס איז דער דינער שטיק אייזען, וועלכען איהר זעהט ארויסשטאַרצען פון'ם צענטער פון בייידע צילינדרען. דער גרוי־סער צילינדער הייסט דער ראד, און דער קלענער הייסט די אקסעל. ארום דעם ראד איז אַרומגעדרעהט א שטריק, אויף איז אויף דעם אק־

פיגור 23

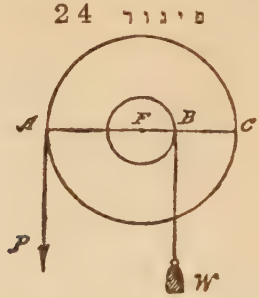


ראד אין אקסעל

סעל ארומגעדרעהט א שטריק, נאר אין א פערקעהרטער ריכטונג און

ערד. וועו די קלעצער ליגען אייגע אויף די אנדערע אוו איהר שפּארט אריין דעם שטעקען צווישען זיי, אוו איהר זוכט אראבצו־קייקלען דעם אויבערשטען קלאץ פון דעם אונטערשטען, ברויכט איהר דעמזעלבען שטעקען ווי א ליוועד פון דער ערשטער קלאסע, דער אנשפּארונג־פונקט איז אויפ'ן אונטערשטען קלאץ, אוו דער נעוויכט די אויבערשטע קלאץ ווירקט אויף איין עק פון דעם שטע־קען אוו אייער האנד ווירקט אויפ'ן אנדערען עק, אוו דריקט איהם ארונטער, כדי אויפצוהויבען אביסעל דעם אויבערשטען קלאץ אוו ארבקייקלען איהם. דאם זעלבע וועו איהר ברויכט אן אייזערנעם שטאנג אויפצוריסען די דעק פון א קאסטען. דער אנשפּארונג פונקט בייט זיך, אוו דער שטאנג ווערט אט אן ערשטע קלאסע אין אט א צווייטע קלאסע ליוועד.

א צוואנג ארויסצוריסען נעגעל איז א ערשטע קלאסע ליוועד וועו איהר פערכאפט מיט איהם דעם נאגעל, דאן איז ער גלייך ווי א שער, א ערשטע קלאסע ליוועד. וועו דער נאגעל איז שוין פערכאפט אוו איהר שפּארט אן דעם צוואנג אן דער פארלאגע אדער אן וואנט אום ארויסצוריסען דעם נאגעל פון דעם האלץ, ווערט דער צוואנג א צווייטע קלאסע ליוועד.



פיגור 24

דער שניט פון דער מאשין

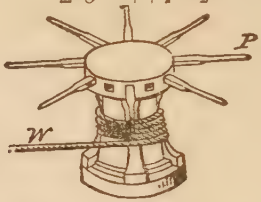
BA ; וועמען אנשפארונג פונקט איז F, די אקס P אר־ בייט אויפ'ן לאנגען ארם AF פון דעם ראד ביז דער אקס. און דער געוויכט W ווירקט רעכטס אויף דעם קורצען ארם פון דעם אקסעל ביז דער אקס, און דער מעכאנישער נע־ ווינס איז דער, וואס P מוז זיין אזוי פיעל מאל קלע־ גער פון W, מיט וויפיעל מאל זיין ארעם AF איז גרע־ סער פון דעם געוויכט ארעם BF אדער מיט פיעל מאל דער ראד איז גרעסער ארום און ארום ווי דער אקסעל ארום און ארום. עס פערשטעהט זיך אז וואס גרעסער דער ראד און וואס דינער דער אקסעל, אלץ א גרעסערער וועט זיין דער מעכאנישער געווינס. געווענליך גאר דין קען מען דעם אקסעל ניט מאכען, ער וועט ניט קענען אויסהאלטען דעם שווערען געוויכט וואס הענגט אויף זיין שטריק. פון דער פיגור 24 זעהט מען קלאר, אז וען די קראפט P שלעפט די ראד־שטריק ארונטער און וירקט אויף א געוויסען פונקט פון דעם צילינדער, ארבייט די קראפט אין דעם פונקט אויף דעם לאנגען ארם פון א ליווער פון דער ערשטער קלאסע. דער צי־ לינדער הויבט זיך אן צו דרעהען, און צו יעדען מאמענט איז דא א כייער פונקט אויף וועלכען די קראפט ארבייט, א כייער ליווער אבער אלץ פון דערזעלבער גרויס און דיזעלבע ארמס, גראדע אזוי ווי עס ארבייט דער ראד פון א וואסער מיל.

איז דעם ראד פון א וואסער מיל זעהט מען דייטליך די ליווערס, וויל ער בעשטעהט פון פיעל ליווערס וועלכע זיינען איינגעפיקסט

וועז מעז ציהט ארונטער די שטריק פון דעם ראד, וועלכע די שטריק פון דעם אקסעל אלץ מעהר אנגעדרעהט אויף איהם אוז פערקעהרט, וועז די שטריק פון דעם אקסעל ציהט זיך אויס אוז דרעהט זיך אב פון דעם אקסעל, וועלכע די שטריק פון דעם ראד אלץ מעהר אנגעדרעהט אויף איהם. צום עק פון דער אקסעל שטריק איז צוגעבונדען דער גע־ווויכט W, אוז די קראפט P וועלכע אנגעווענדעט ארונטערצושלעפען די שטריק פון דעם ראד. וועז די קראפט P ציהט די ראד־שטריק ארונטער, הויבען אז ביידע צילינדערען זיך דרעהען ארום דער אקס, אוז די אקסעל־שטריק דרעהט זיך אז אויפ׳ן אקסעל אוז הויבט דעם גע־ווויכט W ארויף צו. וועז דער ראד האט זיך איינמאל ארומגעדרעהט, אדער וועז איינער פון זיינע פונקטען איז געקומען צוריק אויף דעמזעלבען פלאץ ווי פון אנ־פאנג, וועט זיך דער קלייגער צילינדער, דער אקסל אויך איינמאל ארומדרעהען, אזוי ווי דער ראד איז דאך פיעל מאל גרעסער ווי דער אקסעל, וועט די קראפט P ארונטערציהען א פיעל לענגערע שטיק פון איהר שטריק ווי דער אקסעל וועט ארויפציהען אויף זיך זיין שטריק. די ארונטערגעצויגענע שטריק וועט גראדע זיין אזוי פיעל מאל לענגער פאר דער ארויפגעצויגענער שטריק ווי פיעל מאל דער ארום פון דעם ראד איז גרעסער פון דעם ארום פון׳ם אקסעל. הייסט דאס אז P וועט זיך בעווענגען אזוי פיעל מאל שנע־לער ווי W. אוז פון דעם געזעץ פון ארבייט וויסען מיר אז אויב P בעווענגט זיך לאמיר זאגען 10 מאל שנעלער ווי W מוז זי זיין 10 מאל קלענער פון W. אוז א פונט קראפט צוגעלעגט צו דער שטריק פון׳ם ראד וועט בייקומען 10 פונט W, צו צייגען אז דער ראד אוז אקסעל איז ניט מעהר ווי איין לווער גיבען מיר דאס (פיג. 24). זי שטעלט פאר דעם שניט פון די 2 צילינדערען, פונקט F איז די אקס ארום וועלכע די ביידע צילינדערען דרעהען זיך. די פיגור צייגט קלאר אז מיר האבען דאס צו טהאן מיט א לווער

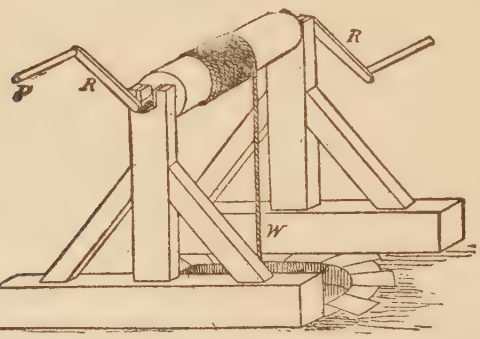
אזוינע הענטלעך זיינען אינגעפיקסט ווי אין (פיג. 26) און פיעלע

פיגור 26



מאטראזען קענען ארבייטען צוואמען, יעדער אויף א בעזונדערען ליווער. אזעלכע אקסלען מיט א הענטעל אנשטאט דעם גרויסען צילינדער בענעגענט איהר אויף יעדען שריט און טריט (פיג. 27).

פיגור 27

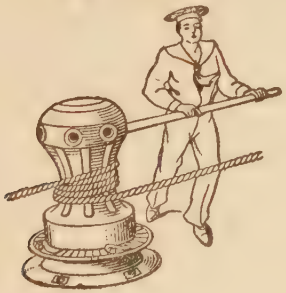


דער מעכאנישער נעווינס הענגט אב נאר פון דער לייג פון דער הענטעל **R**, וואס לענגער די הענטעל R אלץ גרעסער וועט זיין דער מעכאנישער נעווינס, די זייטיגע הענטעל איז צוגעזעצט נאר פון בעקוועמלעכקייט וועגען, עס איז לייכטער צו דרעהען די הענטעל **R** מיט דער הילף פון דער צוגעזעצטער זייטיגער הענטעל, און צווייטענס וויל די אזוינע זייטיגע הענטעל איז איינגעפיקסט צום עק פון דעם ליווער **R** מאכט ניט אוים וואו איהר וועט ניט צולענען אייער האנט אדער אפילו ביידע הענט צו דער זייטי־

אין איין מיטעלפונקט פון דעם ראָד. די וואסער פאלט מיט איהר קראפט אויף איינעם פון די לייוועדס, דער ראָד דרעהט זיך, און ווען דער ערשטער לייוער איז ארונטערגעשלעפט אונטער'ן וואסער קומט א נייער לייוער אויף וועלכען די וואסער־קראפט ארבייט ווי פריהער, גענהט דער אונטער אין וואסער, קומט נאָך איינער און אזוי ווייטער.

אייגענטליך קען מען אנשטאט דעם נרויסען צילינדער מיט זיין שטריק ברויכען א הענטעל צוגעפיקסט צום אקסעל, און דאן צייגט זיך ארויס דער כאראקטער פון דעם לייוער דיטלליכער. וואָס לענגער די הענטעל, וואָס לענגער דער ארם פון דער האנד־קראפט אלץ לייכטער וועט זיין צו דרעהען דעם אקסעל און הויבען די מאסע וואָס הענגט אויף זיין שטריקעל. און אין דער פראקטיקע ווערט טאקע נעברויכט אזא הענטעל. (פיג. 25). צייגט אזא מין ראָד און אק־

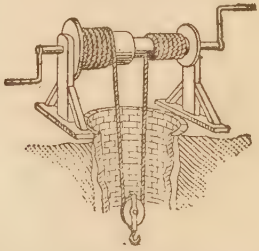
פיגור 25



סעל, וואָס די מאטראָזען ברויכען. די דיקע קלאָץ איז די אקסעל מיט'ן קאנאט, וואָס דרעהט זיך אויף איהר אקס. אין שפּיץ פון דער אקסעל זעהען זיך לעבער וואו דער מאטראז שטעלט אריין א לאנגע הענטעל און ארבייט מיט דעם לאנגען ארעם פון דעם לייוער. אויב די מאטראזען דארפען ארויפשלעפען דעם שווערען אנקער, ווערען אזוינע הענטלעך אריינגעשטעלט אין אלע לעבער, אדער

א פריהער ארום דעם גרעבערען טייל **A** פון דעם אקסעל, דאָן כאפט זי ארום די בעוועגליכע פולי, און נאָך דעם דרעהט זי זיך אַן ארום דעם דינערען טייל פון **B** פון דעם אקסעל; דער געוויכט **W** העננט אויף דעם בלאק פון דער בעוועגליכער פולי, די קראפט ווערט צוגעלעגט ווי געוועהנליך צו א העגטעל אנשטאט א ראָד און וועז דער ראָפּעלטער אקסעל דרעהט זיך, הויבט זיך דער געוויכט מיט דער פולי ארויפצו, און צו דער צייט דרעהט זיך די שמריק אן אויף דעם טייל **B**, און דרעהט זיך אָב פון דעם טייל **A**. דער מעכאַנישער געווינם פון אזא מין אקסעל קען זיין געוואלדיג גרויס. אַנטוענדענדיג דעם געזעץ פון ארבייט אין דעם פאל, קענט איהר גלייך איינזעהן די גרויס פון דעם געווינם פון דעם, ווי קליין עס איז די שטרעקע אויף וועלכע דער געוויכט **W** הויבט זיך. וועז דער ראָפּעלטער אקסעל האט זיך איינמאל איבערגעדרעהט ארום אוז ארום, האט זיך ראָך די שטריק איינמאל ארומגעדרעהט אויף דעם נרעבערען טייל **A**, אוז איינמאל ארונטערגעלאָזען זיך פון דעם דינערען טייל **B**. הייסט דאָס דער געוויכט וועט זיך אויפהויבען נאר אויף אזוי פיעל וויפיעל די שטריק ארום **A** איז מעהר ווי ארום **B**. אדער ווי ווייט דעם ארום פון דעם נרעבערען טייל איז מעהר פון דעם ארום פון דעם דינערען טייל, אוז וואס קלענער עס ווערט זיין דער אונטערשיעד צווישען דעם גראבען אוז דעם דינעם טייל, אלץ לאנגזאמער ווערט זיך דער געוויכט הויבען. (פיג. 29) שטעלט

פיגור 29

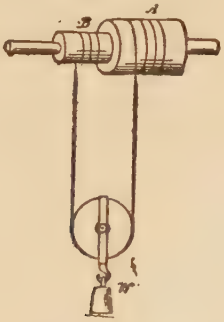


פאר די מאשין אין ארבייט, דעם ראָפּעלטען אקסעל, די פולי אוז די העגטעל. לאָמיר פרובירען אויסצוגעפינען דעם מעכאַנישען גע־ווינם פון דער מאשין.

גער הענטעל, וועט איהר אליץ האבען דעם פולען מעכאנישען ווערטה פון דער גאנצער לייגג פון דעם ליווער R . וועהרענד אהן דער זייטיגער הענטעל ווּאלט שוי, יא אויסגעמאכט וואו איהר לעגט צו אייער האנד אדער הענד צו R , וואם ווייטער די האנד אדער הענד ווּאלטען צוגעלעגט ווערען פון דעם עק פון דער ליווער R , ווּאלט איהר מעהר פערקירצען דעם קראפט אדם פון דעם ליווער און איהר ווּאלט האבען א מעכאנישען פערלוסט.

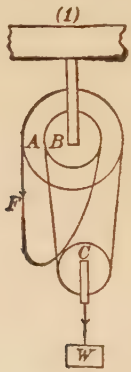
צו הויבען גאר שווערע זאכען ברויכט מען א קאמבינאציע פון אן אקסעל מיט א בעווענליכע פולי, (פיג. 28) דער גאנצער שכל

פיגור 28



ליגט דא אין דעם נייעם מין אקסעל. וי איהר זעהט איז דער אקסעל א דאפעלטער. אויסערליך זעהט דאם אוים ווי א ראד מיט אן אקסעל. אבער אין דער ווירקליכקייט איז דאם אין אקסעל, ווארים אין דער מאשין פון אן אמת'ן ראד מיט אן אקסעל, ווירקט די אקטיוע קראפט אויפ'ן ראד און דער געוויכט אויפ'ן אקסעל, דא אין דעם דאפעלטען אקסעל ווירקט אויף בוידע טיילען, אי אויף דעם גרעבערען אי אויף דעם דעם דינערן בלויז די געוויכט W. אויסער דעם איז אין דעם פאל פון א ראד מיט אן אקסעל געברויכט צוויי בעזונדערע שטריק, איינע פאר דעם ראד און די צווייטע פאר דעם אקסעל. דא איז נאר איין שטריק און זי איז איינגעארדענט אויף אזא אופן. די שטריק נעהמט

פיגור 31.



א גרעסערען קרייז ארום ווי די אנדערע פּוליB", וועלכע איז אריינגעשטעלט אין דעמזעלבען בלאק מיט A', און די ביידע פּוּלים A און B ארבייטען ווי איין פּולי. אויסערדעם וואס B איז ארום אן ארום עטוואס קלענער פון A. די שטריק כאפט ארום א פּריהער די פּולי A, דאן די בעוועגליכע פּולי C און צוריק אויף דער קלענערער איינגעפּיקסטער פּולי B". אין דעם פאל הויבט זיך אויף דער געוויכט נאר אויף דעם אונטערשייד וואס איז צווישען די קרייזען פון דער גרויסער פּולי A און דער קלענערער B, און די בעוועגליכע פּולי מאכט נאך אז די שטרעקע וואס די געוויכט הויבט זיך אויף זאל זיין א העלפט פון דעם אונטערשייד. וועז די ארבייטענדע קראפט F האט ארונטערגעשלעפט איין זייט פון דער ענדלאזער קייט אדער שטריק און האט געמאכט די אנדערע זייט פון דער שטריק צוזאמען מיט'ן געוויכט ארויפצוציהען זיך, קומט ארויס אז אין דער צייט וועז די קראפט האט ארונטערגעשלעפט א שטיק שטריק וואס איז גלייך צו דעם קרייז פון דער גרויסער פּולי A, האט זיך צו דערזעלבער צייט ארויפגעשלעפט א שטיק שטריק, אדער קייט וואס איז גלייך צו דעם קרייז פון דער קלענערער פּולי B, און פון דער אנדער זייט האט זיך דער געוויכט אויפגעהויבען אויף א העלפט, פון דעם אונטערשייד פון די קרייזען פון די פּולים A און Bדער געוויכט האט זיך

לאָמיר זאָגען די ענטעל איז 2 פּוס לאַנג, א פּוס האָט 12 אינטשעס, הייסט דאָס די ענטעל איז 24 אינטשעס לאַנג; דער נרעבערער טייל פון דעם אקסל זאָל זיין אין שניט 6 אינטשעס און דער דינערער 5 אינטשעס. הייסט דאָס אז די קראפט וואָס אַרבייט אויף דער ענטעל וועט מאכען א ראָד 24 מאָל גרעסער ווי דער אונטערשייד פון די צוויי טיילען וואָס איז ניט מעהר ווי איין אינטש. פון דערפון וווייסען מיר אז די קראפט בעוועגט זיך 24 מאָל שנעלער פון דעם געוויכט און דערפאר מוז זי זיין 24 מאָל קלענער פון דעם נעוויכט. אויסער דעם מאכט דאָך די בעוועגליכע פּולי א נעווינם פון צוויי, גלייך ווי מיר וואָלטען דאַרפען הויבען נאָר א העלפט פון דעם נעוויכט, הייסט דאָס, אז די מאשין ווי זי איז וועט אונז געבען א מעכאַנישען נעווינם פון 2 מאָל 24 (2 פון דער פּולי און 24 פון דעם דאָפּעלטען אקסל מיט דער ענטעל) אדער 48, דאָס הייסט א מענש דרעהענדיג די ענטעל מיט א קראפט פון 100 פונט וועט קענען הויבען א מאסע פון 4800 פונט, נאנצע 2 טאָן.

דעמזעלבען קונץ מאכט מען אמאָל מיט די פּולים. פיג. 30

פיגור 30

צייגט אזא קאמבינאציע פון פּולים אין ארבייט. און פיג. 31 צייגט ווי די פּולים און די שטריק זיינען איינגעאַרדענט. איהר זעהט פון אויבען א דאָפּעלטע איינגעפּיקסטע פּולי. די פּולי A האָט אין זיך

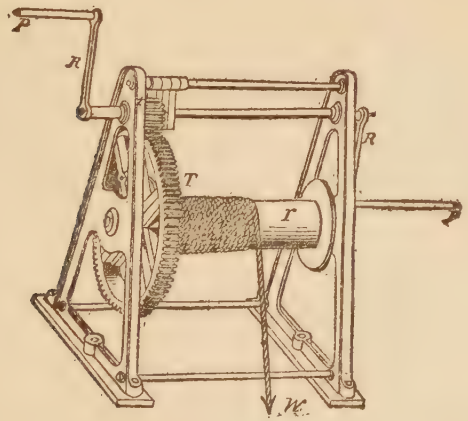
געפיקסט אויף דערזעלבער אקס, אויף וועלכער דער אקסעל דרעהט זיך. די ציינער אדער די קארבונגען פון די רעדלעך זיינען פון פונקטלעך דער זעלבער גרויס. דאָס גיט אונז א גרינגען וועג אויסצוגעפינען און צו פערגלייכען די גרויס פון די רעדלעך זעלבסט. אויב דער גרעסערער רעדעל האָט 100 ציינער, און דער קלענערער 10, וויסען מיר אז ער איז 10 מאל גרעסער ארום און ארום ווי דער קלענערער.

יעצט לאָמיר בעטראכטען דעם מעכאַנישען געווינס פון די גע־קארבטע רעדלעך, און לאָמיר למשל אַננעהמען אז דער קלייַנער רע־דעל האָט 10 ציינער און דער גרויסער 100 אזעלכע ציינער. וועז די הענטעל **R** איז געווען פערבונדען דירעקט מיט דער אקס, אויף וועלכער דער אקסעל האָט זיך פריי געקענט דרעהען, דאן איז יעדעם מאל וועז די הענטעל האָט געמאכט א פולען קרייז, האָט זיך אויך דער אקסעל איין מאל ארומגעדרעהט. יעצט אָבער וועז די הענטעל איז פערבונדען מיט דעם קלייַנעם געקארבטען רעדעל, געהט נאָר דער קלייַנער רעדעל ארום און ארום מיט יעדען פולען דרעה פון דער הענטעל. אזוי ווי דער קלייַנער רעדעל האָט ניט מעהר ווי 10 ציינער וועהרענד דער גרויסער רעדעל האָט גאנצע 100 ציינער, וועט זיך דער קלייַנער רעדעל מוזען צעהן מאל ארומדרעהען ארום און ארום ביז דער גרויסער רעדעל מיט די 100 ציינער וועט מאכען איין קרייז, דאָס הייסט די הענטעל וועט מוזען מאכען צעהן קרייז־זען ארום און ארום פאר יעדען קרייז פון׳ם אקסעל. דער אקסעל מיט די צוויי רעדלעך וועט זיך צעהן מאל לאנגזאמער בעווענגען ווי פריהער אָהן זיי. פערלירענדיג 10 מאל אין געשווינדקייט מייַנט מיר נאָכ׳ן געזעץ פון ארבייט, געווינען 10 מאל אין קראפט, איין צעהנטייל פון די פריהערדיגע קראפט וועט קענען בייקומען דעמ־זעלבען געוויכט, וואָס זי האָט בייגענקומען אהן די רעדלעך. אזעל־כע געקארבטע רעדלעך וועהרען פיעל געברויכט אין די מעכאַניזמען פון זיינגערס און זייערלעך. נאָר דאָרטען וועהרען זיי פראקטיש גע־ברויכט ניט צוליעב דעם מעכאַנישען געווינס. די רעדלעך גיבען אין די זייגער־מעכאַניזמען אונז די מענליכקייט צו מאכען די פערשיע־דענע אקסען צו בעווענגען זיך מיט א געווישער פינקטלעך אויסגערע־כענטער שנעלקייט.

אויפגעהויבען א העלפט פון דעם קרייז פון דער פולי **A** און האט זיך ארונטערגעלאזען אויף א העלפט פון דעם קרייז פון דער קלענערער פולי B. דער מעכאנישער נעווינם קען געמאכט ווערען אונגעהויער גרויס. די קראפט האט זיך בעווענט אויף א שטרעקע פון דעם גאנצען קרייז פון פולי **A**, און דער נעווינט האט זיך בעווענט אויף העלפט פון דער אונטערשייד פון די צווי פולים B און **A**. אויב דער קרייז פון **A** לאמיר אננעהמען צו זיין 36 אינטשעס, און דער אונטערשייד פון די קרייזען פון די פולים B און **A** זאל זיין 1 אינטש, וועט דער נעווינם אויסקומען 36 מאל 2 אדער 72. איין פונקט קראפט קען הויבען 72 פונט נעוויכט.

צווישען דער ענטעל און דעם אקסעל ווערען אפטמאל נעברויכט נעקארבטע רעדלעך, וואס קענען פערגרעסערען פיעל דעם מעכאנישען נעווינם פון דעם ראד און אקסעל. פיג. 32 שטעלט פאר אזא מאשין.

פיגור 32



די ענטעל **R** בעווענט ניט גלייך דעם אקסעל; נאר זי בעווענט א קלייגעם נעקארבטען רעדעל, וואס זעצט אין בעווענונג א גרויסען נעקארבטען ראד. דער גרויסער נעקארבטער ראד איז איינ־

צעהנטער קאַפּיטעל

די איינגעבויגענע פלאַכע.

וואָס איז אַן איינגעבויגענע פלאַכע? וועלכער טיש שטעהט פעסט אויף אַלע זייַנע פיסלעך, רופען מיר אָן די פלאַכע פון דעם אויבערשטען טייל פון טיש א גלייכע פלאַכע. וועלכע מיר הויבען אויף איין עק פון טיש, וועלכע דער אויבערשטער טייל פון טיש אַן איינגעבויגענע פלאַכע.

א גלאַטער בערעט וואָס ליגט אויף דער ערד איז א גלייכע פלאַכע, וועלכע מען הויבט אויף איין עק פון דעמזעלבען בערעט, מען לאָזט איין עק רוהען אויף דער ערד, און מען שפּאַרט אָן דעם אַנדערען עק אויף וועלכע עס איז פלאַטפאַרמע אביסעל העכער פון דער ערד, און מען בענוצט זיך מיט דעם בערעט אום לייכטער צו קיקלען שווערע פעסלעך ארויף צו אויף דער פלאַטפאַרמע, וועלכע דער בערעט אַן איינגעבויגענע פלאַכע, און אין דעם פאַל וועלכע מיר בענוצען זיך מיט אירם צו לייכטער מאכען אונזער אַרבייט, וועלכע די איינגעבויגענע פלאַכע פון דעם בערעט אַן איינפאַכע מאשין.

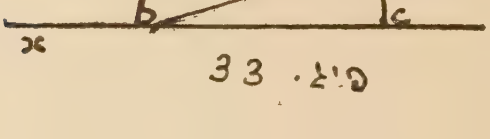
איידער מיר וועלכען זיך נעהמען צו בעטראַכטען דעם מעכאַנישען וועלכע פון אַט דער איינפאַכער מאשין, דער איינגעבויגענער פלאַכע, דאַרפען מיר דייטליכער פערשטעהען דעם מיין פון דעם וואָרט „איינגעבויגען". דער בערעט בלייבט דאָן דער זעלבער גלאַטער בערעט, אין אירם אַליין איז דאָך קיין זאָך ניט געקרימט געוואָרען, הייסט דאָך אָן דער בערעט האָט נעביטען זיין לאָגע אין פערגלייך מיט אַנאַנדער זאָך, פריהער איז ער געווען אין גלייכער לאָגע מיט דער זאָך, און יעצט איז ער איינגעבויגען אין פערגלייך מיט דער זאָך. וואָס איז נעבליבען אַלץ אין דער זעלבער גלייכער לאָגע. פרענט זיך דאָך וואָס איז דאָס פאר אַנאַנדער זאָך וואָס אין פערגלייך מיט איהר איז דער בערעט געוואָרען איינגעבויגען? אום דאָס צו פערשטעהען מוזען מיר זיך א ווייַלע אבשטעלען אויף צוויי בעגריפען.

מיר האבען געזעהען ווי די אלע מאשינען, ראד און אקסעל, דער דאפעלטער אקסעל, די געקארבטע רעדלעך שטאמען אלע פון דעם אינפאכען ליווער. די איבריגע מאשינען, דער קלין, די שארפע שנייד־נעצייג, דער הובעל ווי אויך די שרויפען פון פערשיעדענע פארמען שטאמען אלע פון דער אינפאכער מאשינע, די איינגעבויגענע ברעט, אדער פלאכע.

א ווערטיקאלע, נאר א פלאכע וואס שטעהט צווישען זיי ביידען, אזן טראגט אויף זיך אין דער זעלבער צייט דעם כאראקטער פון זיי ביידען, זי איז אביסעל א האריזאנטאלע אזן א ביסעל א ווערטיקאלע פלאכע, אזן זי איז איינגעבויגען צו ביידע פון דיזע ריכטונגען. דער ברעט וואס איז געלעגען אויף דער ערד, אדער דער טיש וואס שטעהט אויף אלע זייגע פיס, איז א האריזאנטאלע פלאכע. וועז מיר האבען איין עק פון דער ברעט אויפגעהויבען אזן אנגעשפארט אויף א העכערע פלאטפארמע אזן געלאזען דעם אנדער עק אויף דער ערד אדער וועז מיר האבען אויפגעהויבען איין זייט פון טיש, ווערען זיי פלאכען וואס זיינען אייגעבויגען צו דער פריהערדיגער האריזאנטאלער ריכטונג, מיר האבען זיי אביסעל אויפגעהויבען איז דער ווערטיקאלער ריכטונג. אבער נאר א ביסעל, אין גאנצען האבען מיר זיי ניט דערהויבען ביז דער ווערטיקאלער ריכטונג.

אז א שווערע מאסע ליגט אויף א האריזאנטאלער פלאכע, דריקט זי מיט איהר גאנצען געוויכט אויף דער פלאכע, דיזעלבע מאסע אויף א גלייכער ווערטיקאלער וואנט האט קיין שום דרוק ניט, ווייל די מאסע פאלט גלייך אן פריי ארונטער צו דער פלאכער ערד, אויף אן איינגעבויגענער פלאכע וועט די מאסע האבען טיילווייז די ניי־גונג אראבצופאלען אדער אראבצוקייקלען זיך צו דער פלאכער ערד, ווי אויף דער ווערטיקאלער פלאכע אזן טיילווייז וועט זי דריקען, אמת ניט מיט דער קראפט פון איהר גאנצען געוויכט, אבער דאך דריקען וועט זי ווי אין דעם פאל פון א האריזאנטאלער פלאכע. וואס וועניגער די פלאכע איז איינגעבויגען, איז זי אלץ נעהענטער צו דער ריכטונג פון דער האריזאנטאלער פלאכע, אזן וואס מעהר זי איז איינגעבויגען דערנעהענטערט זי זיך צו דער ווערטיקאלער ריכטונג. אין פיג. 33 שטעלט די ליניע xy די האריזאנטאלע ריכטונג.

פיגור 33



פיג. 33

וואָס האָבען צו טהאָן מיט געוויסע בעשטימטע ריכטונגען, זיי הייסען די וועקטאָלע אָדער פערפענדיקולאָרע ריכטונג און די האָריזאנטאָלע ריכטונג. די צוויי בעגריפען זיינען געוואָרען געוועהנליכע וועקטער אין אָלע ציוויליזירטע שפּראכען. וען איהר הענגט אויף א געוויכט אויף א פּאָדעם, נעהמט די פּאָדעם אַן א בעשטימטע ריכטונג, דאָס איז די ריכטונג אין וועלכער דער געוויכט וואָלט פאָלען צו דער ערד, וען די פּאָדעם וואָלט איהם ניט אויפגעהאַלטען פון פאָלען. די ריכטונג פון דער אָנגעצויגענער פּאָדעם וען א געוויכט הענגט אויף־איהר, הייסט די וועקטאָלע ריכטונג. אין מעכאַנישען זין הייסט דאָס די ריכטונג פון אָלע וואָס פאָלען פּריי צו דער ערד. אַזוי ווי אָלע וואָס וערען צוגעצויגען צו איין אַן דעמזעלבען פונקט פון דער ערד, צו איהר מיטעלפונקט אָדער צענטער, הייסט דאָס אז די ריכטונג איז אייגע פון די העכסט בעשטימטע ריכטונגען דא אויף דער ערד. א וואָנט וואָס האָט דיעלבע ריכטונג ווי אָט דער פּאָדעם מיט'ן געוויכט, הייסט א וועקטאָלע אָדער א פערפענדיקולאָרע וואָנט.

אין דער פּראקטיק געפינט מען טאָקע אויס צי די וואָנט האָט די פּינקטליכע וועקטאָלע ריכטונג, דורך דעם וואָס מען בינדט צו פון אויבען א לאָנגען פּאָדעם מיט א געוויכט, אויב די וואָנט ציהט זיך ניט אַזוי גלייך ווי דער פּאָדעם, איז א געפאָהר פאר דער גייד, וואָרים נאר א וועקטאָלע וואָנט וועט בלייבען פעסט שטעהען, אָביסעל אָבגעקרימט פון דער וועקטאָלער ריכטונג פון דעם פּאָדעם, שטעהט זי אין געפאָהר אין נאָנצען אויסצופאלען.

די האָריזענטאָלע ריכטונג איז די ריכטונג פון פלאָכע שטערקען פון דער ערד וועלבסט, אָדער נאָך בעסער פון שטערקען שטיל ניט פליסענדע וואסער, אזוי ווי די פלאָכע פון א שטערקע שטיל וואסער אין ים. אמת, מאטעמאטיש איז דאָס ניט ריכטיג, ווייל די ערד איז דאָך א רונדע, און יעדער טייל, צי פון דער ערד, צי פון ים, איז א רונדע און ניט קיין פלאָכע זאך, אָבער אין פּראקטיק, קען מען קלייגע שטערקען פון דער ערד זיכער רעכענען פאר פלאכען.

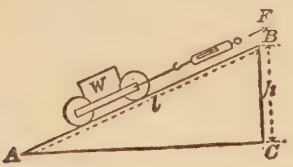
יעצט קומען מיר צו דער פראגע וואָס איז אַן אייגענבויגענע פלאָכע? דאָס איז א פלאָכע וואָס איז ניט א האָריזאנטאָלע און ניט

דער ערד צו. וועו זיי האט ארויפגעשלעפט דעם געוויכט אויפ'ן שפיץ צו פון דער איינגעבויגענער פלאכע, האט זי אבגעטהאן איהר ארבייט. זי האט אויפגעהויבען דעם געוויכט, אבער אויך וואס פאר א שטרעקע האט זי איהם אויפגעהויבען? די שטרעקע אדער די הויך מוז מען מעסטען אין דער וואגרעכטלעך ריכטונג, וואהרים די צוזי־הונג קראפט ארבייט דאך נאר אין וועגרעכטלעך ריכטונג. אלזא ווי איהר זעהט פון דער פיגור, וועו דער געוויכט שטעהט אויף'ן פונקט B, האט ער זיך אויפגעהויבען אויף דער שטרעקע BO ארויף h, דאס הייסט אויף אזוי פיעל ווייפיעל דער איינגעבויגע־נער ברעט איז אויפגעהויבען געווארען אין דער וואגרעכטלעך ריכ־טונג. יעצט קענען מיר לייכט אנווענדען דעם אלגעמיינעם געזעץ פון ארבייט אום אויסצורעכענען פינקטלעך דעם מעכאנישען געווינם פון דער איינגעבויגענער ברעט. די קראפט האט געמאכט די נאנ־צע שטרעקע פון דער איינגעבויגענער פלאכע AF, און דער געוויכט W האט זיך נאר אויפגעהויבען אויף דער שטרעקע h אזוי ווי די שטרעקע פון דער קראפט איז גרעסער פון דער שטרע־קע פון דעם געוויכט, וועט די קראפט זיין אזוי פיעל מאל קלענער פון דעם געוויכט, מיט וויפיעל מאל די איינגעבויגענע שטרעקע איז גרעסער פון דער וואגרעכטלעך שטרעקע. וואס לעננער די ברעט אן וואס וועניגער איהר איינגעבויגענקייט, אלס גרעסער וועט זיין דער מעכאנישער געווינם פון דער מאשין. וועו די לענג פון דער ברעט איז 20 פום און זי איז אויפגעהויבען נאר איין פום הויך וועט דער מעכאנישער געווינם זיין 20, איין פונט קראפט וועט קענען הויבען 20 פונט געוויכט. געוועהנליך איז אין דעם פאל די רייבונג גאנץ בעדייטענד און דער ווירקליכער געווינם וועט זיין קלענער פון 20. און די פיגור ציינט, ווי מיר קענען בעווייזען דעם געווינם. צו דעם געוויכט (די רעדלעך אונטען זיינען געמאכט אום צו פערקלע־נערען ווי וויים מעגליך די רייבונג) איז צוגעבונדען א ספראנזשינע וואג, און די קראפט וואס איז נויטיג צו שלעפען דעם געוויכט וועדט אנגעצייגט אויף דער ספראנזשינע וואג, און אלע עקספערימענטען בעווייזען ווי ריכטיג עס איז דער געזעץ פון ארבייט, וואס ניט אונז די מעגליכקייט פאראוים צו רעכענען דעם געווינם פון אלע מא־שינען. (פיג. 35) ציינט ווי מען קען בעקוועמער מאכען די דאזינע

די קורצע ליניע ac די וועדטיקאלע ריכטונג און די ליניע ab די איינגעבויגענע ריכטונג, וואס גרעסער די ליניע ac *) אלץ מעהר איינגעבויגען איז די ליניע ab. און אלץ נעהענטער וועדט זי צו דער וועדטיקאלער ריכטונג.

יעצט קענען מיר צוטרעטען צו בעטראכטען די איינגעבויגענע פלאכע אלס א מאשין און איהר מעכאנישען וועדטה אין ארבייט.

פיגור 34



(פיג. 34). די אקטיוע קראפט F שלעפט דעם געוויכט W איבער דער איינגעבויגענער פלאכע פון פונקט A ביז איהר שפיץ פונקט B. וואס פאר אן ארבייט האט די קראפט אויפגעטהאן? וועו די קראפט שלעפט דעמזעלבען געוויכט אויף דער ערד, אויף א האריזאנטאלער פלאכע, דאדף זי נאר בייקומען די ריי־בונג צווישען דעם געוויכט און דער ערד, אזוי ווי די קראפט הויבט דאך ניט דעם געוויכט אין דער הויך, ארבייט זי ניט געגען דער צו־ציהונג קראפט צווישען דעם געוויכט און דער ערד, און אויב ניט די רייבונג וואלט זיך דער געוויכט בעוואויגען אהן אן אויפה דער האריזאנטאלער פלאכע פון דעם מינדעסטען שטוים: דא אבער ארויסלאזענדיג פון רעכענונג די ארבייט פון דער קראפט צו בי־קומען די רייבונג צווישען דעם געוויכט און דער איינגעבויגענער פלאכע, בעשטעהט די ארבייט אין הויבען דעם געוויכט, זי ארבייט גענען דער צוציהונגקראפט וואס שלעפט דעם געוויכט ארונטער צו

*) אויפ'ן מאטעמאטישען לשון זאגט מען וואס גרעסער דער ווינ־קעל צווישען דער האריזאנטאלער און דער איינגעבויגענער פלאכע, וואס גרעסער דער ווינקעל, אלץ גרעסער איז די ליניע ac

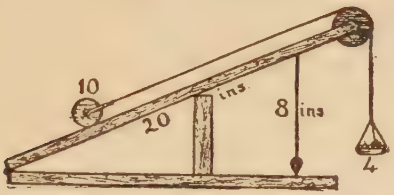
וואס האט א האריזאנטאלע ריכטונג אדער די ריכטונג פון דער אונטערשטער ברעט, שטופט דעם געוויכט ארויף צו, וועט דער מעכאניזשער נעווינס זיין אבהענגיג פון דער פערהעלטנים צווישען דער הויך און דער לענג פון דער אונטערשטער האריזאנטאלער ברעט, וויל אין דעם פאל וועט דער געוויכט מאכען די שטרעקע פון דער הויך פון די 2 ברעטער, און די האריזאנטאלע קראפט וועט מאכען די שטרעקע אזוי לאנג ווי די אונטערשטע ברעט. דאן וועט די קראפט זיין אזוי פיעל מאל קלענער פארן געוויכט, מיט וויפיעל מאל די אונטערשטע האריזאנטאלע ברעט איז גרעסער פון דער וועדטיקאלער הויך.

אין דעם ערשטען פאל, ווען די קראפט שלעפט דעם געוויכט אין דער ריכטונג פון דער אייגנעבויגענער ברעט, וועט די קראפט אימער זיין קלענער פון דעם געוויכט, וויל די אייגנעבויגענע שטרעקע בלייבט אונטער אלע אומשטענדען אימער גרעסער ווי די הויך אדער די וועדטיקאלע שטרעקע.

אין דעם צווייטען פאל, ווען די קראפט ארבייט אין דער האריזאנטאלער ריכטונג, איז מעגליך צו האבען אמאל א מעכאנישען גענויגס און אמאל א מעכאנישען פערלוסט, וויל די הויך אדער די וועדטיקאלע ריכטונג איז ניט אימער קלענער פון דער באזע, אדער פון דעם האריזאנטאלען ברעט, (אין פינגר 35), און ווען די הויך פון דער אייגנעבויגענער ברעט איז גרעסער פון איהר האריזאנטאלער שטרעקע וועלען מיר האבען א מעכאנישען פערלוסט, די קראפט וועט מוזען זיין גרעסער פון דעם געוויכט, וואס מיר ווילען בייקומען און אויפהויבען אין דער הויך.

ווען מיר קלעטערען ארויף בארג, קלעטערען מיר אויף איין אייגנעבויגענער פלאצע. וואס גרעסער עס איז די אייגנעבויגענקייט פון דעם בארג אלע שווערער איז צו קלעטערן איבער איהם. אום צו קלעטערן לייכטער אויף אזא בארג זעהען מיר צו מאכען לענגער די ליניע אדער דעם וועג דורך דעם וואס מיר גענען ניט אין א גלייכער ליניע ארויף צו, נאר אין זיג־זאג ליניעס, אביסעל אן א זייט און צוריק, און ווייטער אביסעל אן א זייט. די טרעפען אין א הויז איז א נעוועהנליכער ביישפיעל פון אן אייגנעבויגענער

פיגור 35



עקספערימענטען. דאָ זעהען מיר צוויי ברעטער וואָס זיינען בעי־ העפט אויף זאוויעסעם אוּן די אויבערשטע ברעט בעוועגט זיך פריי. אוּנטערשפּאַרענדיג זיי מיט קלעצער פוּן פערשיעדענע גרויס, קאָן מען מאכען די אויבערשטע ברעט מעהר אייגנעבויגען, אָדער וועני־ גער וויי מען וויל. דער פּאָדים מיט דעם געוויכט מעסט די הויך פוּן דער אייגנעבויגענער פלאכע. אנשטאָט א ספּראָנזשינע וואָג ברויכט מען דאָ אין דער פיגור געוועהנליכע וואָגען, וואָס שלעפּען די מאסע דורך די שטריקעל וואָס איז איבערגעוואָרפען איבער דער איינגעפיקסטער פוּלי אוּן איז צוגעבונדען צום געוויכט. די ברעט אין דער פיג. איז 20 אינטשעס, דער וועריטיקאלער פּאָדים איז 8 אינטש. צוויי אוּן א האלב מאל קלענער פוּן דער ברעט. דאָן אום אַרויפצו־ שלעפּען דעם געוויכט פוּן 10 פוּנט איז נענוג אַרויפצולענען אויפ'ן שאל 4 פוּנט, אויך 2 אוּן א האלב מאל וועניגער פוּן דעם געוויכט. אוּן מאכענדיג עקספּערימענטען מיט פערשיעדענע געוויכטען אוּן פערשיעדענע הויכקייטען פוּן דער אייגנעבויגענער ברעט, געפינען מיר אימער די ריכטיגקייט פוּן דעם נעזעץ פוּן ארביט. מיט דער זעלבער לענג פוּן דער ברעט וועט אויסקומען אז וואָס קלענער די הויך, אלץ גרעסער דער געווינס; זאל אין דער פיגור די לענג פוּן דעם וועריטיקאלען פּאָדים זיין אנשטאָט 8 פיער אינטשעס, וועט מען דאַרפען בלויז 2 פוּנט צו הויבען די 10 פוּנט, אויב 2 אינטשעס, וועט די קראפט וואָס קען שלעפּען די 10 פוּנט זיין בלויז איין פוּנט א. ז. וו.

דאָס איז אלץ נעזאָגט נעוואָרען וועז די קראפט ארבייט פוּנקט אין דער זעלבער ריכטונג ווי די איינגעבויגענע פלאכע. אין די פא־ לען וועז די קראפט ארבייט אין אַנדער ריכטונג, למשל א קראפט

עלפטער קאפיטעל

דער קלין און דער שרויף.

עס זיינען געגוג בעווייזע פון היסטאָרישען כאראקטער צו מאכען אונז גלויבען אז אין די עלטערע ציוויליזאציאנען האָט דער קלין געשפּיעלט א גרעסערע ראָלע ווי היינט. צווישען די רואינען פון די גאָר גרויסע טעמפּלען פון די אלטע ציוויליזירטע פעלקער אין אזיען און אפריקא, האָט מען דאָ און דאָרט געפונען גרויסע קלינעם פון בראנזע. מאנכע דיינקען אז די וואונדערליך גרויסע שטיינער פון וועלכע די פּיראמידען אין מצרים זיינען געבויט, זיינען אויפגעהויבען געוואָרען און אויפגעשטעלט געוואָרען מיט דער הילף פון דעם קלין, היינט אין דער גיגאנטישער ענטוויקלונג פון מאשינעריי שפּיעלט ער אפילו א קנאפּע ראָלע אין די גרויסע אינדוסטריעזן, אבער דאָך צווישען די איינפאכע הויז־געציימער פערנעהמט ער נאָך אלץ א געהויבענעם פּלאץ. יעדער ביי זיך אין הויז וויים גאנץ גוט דעם וועדטה פון א קלין, וועז ער וויל אונטערשפּארען א שווערע שטיק מעבעל, אויסגלייכען א שווערען אלמער מיט ביכער, בעפעסטיגען טירען און פענסטער. אויסער דעם איז יעדער מעסער, האק, ניט מעהר ווי א גענויסע פּאָרמע פון א קלין, אם מיינטען איז דער קלין בעקאנט אלס דער אינסטרומענט צו שפּאלטען גאנץ גרויסע קלעצער האָלץ. מען ברויכט נאָר צו מאכען א קליינעם שפּאלט אין דעם האלץ און דאן וועט שוין דער קלין טהאן טיכטיג זיין ארבייט, און אינגאנצען צושפּאלטען די גרעבסטע שטיקער האָלץ. דערפאר וועלען מיר טאקע אָנפאנגען נענויער צו בעטראכטען דיעזע אייגפאכע מאשין און איהר שייכות מיט דער אייגענעבויגענער פלאכע (פיג. 36)

פלאכע, וואס מעהר טרעפען, אוז וואס וועניגער איינגעבויגען זיי זיינען, אלץ לייכטער איז פאר אונז צו שלעפען אונזער אייגענעם געווויכט ארויף צו, אין א לייטער וואו די וועדטיקאלע הויך איז ניט פיעל קלענער פון דעם לייטער זעלבסט, דאס הייסט פון דער איינגעבויגענער פלאכע, איז דער מכאנישער גענוינם קליין, אוז מיר פיהלען ניט שטארק די פערלייכטערונג פון אונזער קלעטערן. אין דעם נייעם דיפּאָ אויף 42טע שטראסע איז די גאנצע פלאטפארמע ביים ארויסגאנג געמאכט געוואלבט אז איינגעבויגענע פלאכע, אוז עס פערלייכטערט פיעל דעם קלעטערען ארויף אוז אראָב. צו אנלאדען אוז אויסלאדען שווערע פעסער פון וואגאנען וועדען אויף יעדען שריט אוז טריט געברויכט אזעלכע איינגעבויגענע פלאטפארמען אדער ברעטער. עס וועדט אפטער געברויכט אין דעם פאל פון שווערע פעסער, וויל די רייבונג צווישען די קייל־עבדיגע פעסער אוז די איינגעבויגענע פלאכען איז קליין, אין דעם פאל פון אנדערע שווערע פעק ברויכט מען בעסער אנדערע איינפאכע מאשינען וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד אוז שטערט וועניגער זייער מעכאנישען נעווינם, ווי די איינגעבויגענע פלאכען. אויף וועז מען ווי אויפהויבען א זאך אויף וועלכע עס איז בעדייטענדע הויך, קען מען וועניג בענוצען די איינגעבויגענע פלאכע. מיר האבען געזעהען אז אום צו האבען א גרויסען מעכאנישען נעווינם דורך דיזע איינפאכע מאשין, מוז איהר הויך זיין וואס קלענער אין פערגלייך מיט דער איינגעבויגענער פלאכע, פיעל מעהר נוטצען דאס די אנדערע איינפאכע מאשינען ווי דער קליין אוז דער שרייף וואס שטאמען פון דער איינגעבויגענער פלאכע.

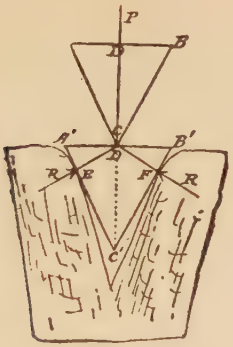
פון דעם האלץ, די קראפט וואס מאכט האלץ פאר א הארטע זאך. די קראפט עקזיסטירט אין אלע הארטע זאכען, אין איינע אין א גרעסערער מאס, און אין די אנדערע אין א קלענערער, אין אייזען איז זי פיעל גרעסער ווי אין פוטער, אבער אהן איהר וואלטען דאך קיין הארטע זאכען אויף דער וועלט ניט עקזיסטירט. ווי ארבייטען אין דעם פאל די אקטיוע קראפט און די קראפט וואס מען וויל בייקומען? דער האמער אדער דער האק, מיט וועלכען מען טרייבט דעם קלין אין די האלץ אריין, די אקטיוע קראפט P אין דער פיגור ארבייט אין דער ריכטונג פון דער ליניע CD, דיזעלבע ליניע וואס שטעלט פאר די צוזאמענגעשמאלצענע פלאכען אדער די האריזאנטאלע ריכטונגען פון דעם קלין.

וען דער קלין איז אריינגעטריבען דורך די אקטיוע קראפט אין דעם האלץ און מיר שטעלען זיך אב צו בעטראכטען איהם וען עס איז אין דער לאגע פון $A'B'C'$, האט די אקטיוע קראפט דורכגעמאכט די שטרעקע $C'D'$ ווי עס איז אנגעצייגט מיט דער גע־פינטעלטער ליניע $C'D'$. וואס פאר א שטרעקע האט אין דער צייט דורכגעמאכט די צוזאמענבינדענדע קראפט פון דעם האלץ, וועלכע דער קלין האט בייגעקומען? די קראפט דריקט אויף בוידע זייטען פון דעם קלין און די שטרעקע וואס זי האט געמאכט ווערט גע־מאסטען דורך די ליניע ED' פון איין זייט און FD' פון דער אנדער זייט.

די דאזיגע צוויי ליניען זיינען ווערטיקאל צו די זייטען פון דעם קלין, גראדע ווי די ליניע פון א געוויכט איז אימער ווערטיקאל צו דער האריזאנטאלער פלאכע.

יעצט קענען מיר גאנץ גענוי אויסרעכענען דעם מעכאנישען געווינס פון א קלין, די אקטיוע קראפט האט דורכגע־מאכט די שטרעקע פון $C'D'$, די קראפט וואס מיר ווילען בייקו־מען, דער דרוק פון דעם האלץ אויף די זייטען פון דעם קלין האט דורכגעמאכט די שטרעקען ED' פון איין זייט און ED' פון דער אנדער זייט, אזוי ווי די שטרעקע $C'D'$. איז גרעסער פון ED' מוז די אקטיוע קראפט זיין אזוי פיעל מאל קלענער פון דעם דרוק פון דעם האלץ, וויפיעל מאל איהר שטרעקע CD' איז גרעסער פון דער ליניע ED' וואס לענגער דער קלין, אלץ גרעסער ווערט זיין די

פיגור 36



דער שרויף מיט'ן קאלנער

שטעלט פאר דעם קלין ABC אין אנפאנג פון זיין ארבייט און דעמזעלביגען קלין A'B'C' א ווייל שפעטער, ווען ער איז אויף א געוויסע שטרעקע אריינגעטריבען געווארען אין דעם האלץ. ביים ערשטען בליק אויף דעם קלין A B C קענט איהר נליך דערקענען, אז דאס איז א דאפעלטע איינגעבויגענע פלאכע, צווא־זאמענגעשטעלט פון צוויי אזעלכע איינגעבויגענע פלאכען, וואס זיי־נען ווי צוואמענגעשמאלצען אין מיטען אין דער ליניע D C נעהט די העלפ פון דעם קלין, די פיגור A B D דאס איהר א באלקא־מענע איינגעבויגענע פלאכע, לענט דאס אוועק אויף דער זייט C D דאס איהר אלע בעקאנטע טיילען פון איהר, CD די באזע אדער די האריזאנטאלע ליניע A D די הויך אדער די וועדטיקאלע ריכטונג און AC די איינגעבויגענע פלאכע; דאס זעלבע איז מיט דער אנ־דער העלפט BCD, זי האט די זעלבע באזע CD, בעהעפט זיי מיט זייערע באזען C D צוזאמען אין איין שטיק, פערשווינדעט די באזע CD און איהר בעקומט דעם קלין A BC וואס איז דער כיעכאנישער וועדטה פון דעם קלין? אין די פריהערדיגע מאשינען האבען מיר געהאט צו טהאן מיט גווויכטען, דא האבען מיר צו טהאן מיט גאר אנאנדער מין קראפט. ביים שפאלטען די האלץ דארפען מיר בייקומען די קראפט וואס האלט צוזאמען די טיילען און טיילבעלעך

דעם קלין ניט צוריקצוגעהען. די רייבונג העלפט דעם קלין אנצוהאלטען פעסט דעם שטיקעל פראגרעס וואס ער האט געמאכט און לאזט דאס ניט אב ביז דער צווייטער שטוים פון האמער וועט איהם אריינטרייבען א טריט ווייטער אין האלץ א. ז. ו. אויך האבען מיר אלץ געדרעט וועגען קלינעס מיט איינגעבויגענע פלאכען פון ביידע זייטען, איז דאס דערפאר, וויל מיר האבען געהאט אין זינען די גע־וואהנליכע נוטצען פון דעם קלין אין שפאלטען אדער שניידען, וועו די קראפט וואס מיר ווילען בייקומען רינגעלט איהם ארום פון פיע־לע זייטען, אדער פון צווי זייטען. וואו מען ברויכט דעם קלין ניט צו שפאלטען און שניידען, האט ער ניט מעהר ווי איין איינגעבויגענע פלאכע. א קלין וואס שפארט אונטער א פענסטער, א שווערען אלמער א. ז. ו. האט טאקע מעהר ניט ווי אין איין זייט די איינגעבויגענע פלאכע און דא קען יעדער לייכט זעהען או דאס איז דיזעלבע מאשין. עם בליבט אונז נאר אנצוציינען אויפ'ן צווייטען קינד פון דער איינ־געבויגענער פלאכע, דעם שרויף. אויב מיט'ן קלין קענען מיר נאר אויסגלייכען, אונטערשפארען שוועדע זאכען, קענען מיר מיט דער הילף פון דעם שרויף הויבען די שווערסטע זאכען.

עס איז לייכט צו איבערצייגען זיך, אז דער שרויף שטאמט פון דער איינגעבויגענער פלאכע. שניידט אויס פון פאפיער אן איינ־געבויגענע פלאכע, די הויך זאל זיין א גאנץ קלינע, און וויקעלט דאס ארום א צילינדער, ארום א פענסעל, א פען־האלטער און איהר וועט גליך דערזעהען די פארמע פון דעם שרויף (פיג. 37) די ספיראלע לי־ניען וואס שלענגלען ארום שטאמען פון דער איינגעבויגענער לינע,

פיגור 37

לינקס דער שרויף מיט די פעדים טיף איינגעשניטען.
רעכטס און איז מיטען מיט בולטע פעדים פון פערשיידענע גרויס.

שטרעקע פון דער אקטיוער קראפט, און וואָס נעהענטער די זייטען זיינען איינע צו די אנדערע, אַדער וואָס שפּיציגער דער קלין, אלץ גרעסער וועט זיין דער מעכאַנישער נעווינס פון דיעזער איינפאכער מאשין. וואָס איז א נאַדעל, א נאָגעל און יעדע שפּיציגע זאך? ניט מעהר ווי א רונדער קלין. א ראזיר מעסער, אלע אנדערע פּאַרמען פון שנייד־אינסטרומענטען, א האק, א הובעל א. ז. ו. זיינען אויך ניט מעהר ווי מעטאַלענע קלינעס און וואָס נעהענטער די צווייי אייניגעגענע פלאכען פון דיעזע שנייד־אינסטרומענטען, דאָס וואָס מיר רופען אייגענטליך שארף, אלץ וועניגער קראפט דארפען מיר ברויכען ביים שניידען די זאכען. געווענליך וואָס שפּיציגער דער קלין, וואָס שארפער די שנייד אינסטרומענטען, וועלען זיך זייערע שפּיצען און זייערע שארפע ברעגעס לייכט ברעכען. א ראזיר מעסער קען האָבען דעם שארפסטען ברעג זאלאנג ער דארף שניידען אזא לייכטע זאך ווי האָר, מען קען איהם אבער ניט ברויכען פאר האָרטערע זאכען.

פערגלייכענדיג דעם קלין מיט דער איינגעבויגענער פלאכע פון וועלכער ער שטאַמט, קען מען אנדייטען אויף דעם אונטערשייד צווישען זיי אין צוויי פונקטען.

1) די איינגעבויגענע פלאכע אליין בעווענט זיך דאָך ניט, אי־בער איהר בעווענען זיך די זאכען וואָס מיר ווילען בייקומען, דער קלין ארבייט פערקעהרט, ער אליין, די איינגעבויגענע פלאכע זעלבסט הייסט דאָס, בעווענט זיך, און די זאך וואָס מיר ווילען בייקומען בעווענט זיך ניט. (2) אין דער איינגעבויגענער פלאכע ווי אויך אין די אנדערע מאשינען איז די רייבונג אימער בעטראכט געווארען אלס א שטער צו דער ארבייט, און מיר האָבען געזוכט מיטלען ווי צו פערקלענערען די רייבונג; אין דעם קלין איז די רייבונג אי א שטער, אי א הילף.

וועז מיר גיבען א קלאפ דעם קלין מיט'ן האממער אום אריינצוטרייבען איהם אין די האלץ, מוז די קראפט בייקומען די רייבונג צווישען דעם קלין און דאָס האלץ, און דא איז די רייבונג א שטער צו דער ארבייט גלייך מיט די אנדערע מאשינען, וועז איהר הויבט אבער אָן צו נעבען א צוויייטען קלאפ, לאזט דיזעלבע רייבונג

דעם שרויפ׳ס מעכאנישען ווערטה איז לייכט אויסצו־
געפינען. צו איהר דרעהט דעם צילינדער אין דעם קאָלנער אוּן לאָזט
דעם קאָלנער זיך ניט דרעהען, צו איהר דרעהט דעם קאָלנער ארום
דעם צילינדער, דאָרף אייער האנד אָדער די אקטיוויוע קראפט מאכען
א פולען קרייז פון דעם צילינדער אָדער פון דעם קאָלנער, אין דער
צייט וועז דער געוויכט אָדער די קראפט וואָס מיר ווילען בייקומען,
וועט דורכמאכען נאָר די קלייניע שטרעקע וואָס טיילט אָב איין שרויף־
פּאָדים פון דעם אַנדערען. דעם צילינדער פון דעם שרויף קען מען בע־
וועגען דורך א העבעל, וואָס איז דאָס זעלבע ווי צו מאכען א קאָמבי־
נאציע פון דעם לייווער אוּן דעם שרויף. (פיג. 39) דאָס איז די גע־

פיגור 39

דער שרויף צו הייבען הייזער

וועהנליכע פּאָרמע פון דעם שרויף מיט וועלכען מען הויבט אָטאָמא־
בילען, גאנצע הייזער. מאכט א רעבענונג נאָך דעם געוויכט פון אר־
בייט נאָך. אויב די הענטעל איז אפילו ניט מעהר ווי 2 פוס לאַנג)
וועט די קראפט מאכען א רעדעל וואָס מעסט אָרום אוּן ארום ניט
וועניגער ווי 12 פוס, אָדער 144 אינטשעס. אין דער זעלבער צייט
וועט דער געוויכט זיך אויפהויבען ניט מעהר ווי אויף דער שטרעקע
וואָס טהיילט איין שרויפ־פּאָדים פון דעם אַנדערען, לאָמיר זאָגען,
אז די וויטקייט פון די פעדים איז א האלבער אינטש, דאָן איז דער
מעכאנישער געווינם 288, דאָס הייסט 10 פונט קראפט קען הויבען
כמעט 3000 פונט געוויכט, אוּן וועז אפילו דורך די רייבונג, וועלכע
איז אין דער שרויף ניט וועניגער בעדייטענד ווי אין דעם קלין, זאָל
פּאָרלאָרען געהען א העלפט פון דעם געווינם, וועט דאָס הייסען

און די ווייטקייט פון איין שלענגע ביז דעם אנדערן שטאמט פון דער וועדטיקאלער ריכטונג אדער דער הויך פון דער איינגעבוינענער פלאכע. די שלענגלען אדער די ספיראלען רופט מען די פערים פון דעם שרויף. עס פערשטעהט זיך אז אוועקשטעלען דעם געוויכט אויף די שרויף־פערים, ווי שטארק און בריים די פערים זאלען ניט זיין, וואלט נעווען א ברכה־לבטלה, וואהרים דער געוויכט וואלט זיך ארבייגלימשט פון דעם שרויף פאדים און ארונטערגעפאלען אן א זייט.

די מיסטע שרויפען זיינען דערפאר בעזארגט מיט קאלנערם, אדער ווי זיי הייסען אין ענגליש נאטס. פיג. 38. דער קאל־

פיגור 38

דער שרויף מיט קאלנער

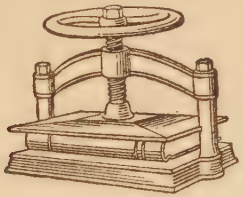
נער איז אינוועניג דערזעלבער שרויף, ווי דער שרויף אויף וועמען ער איז אנגעטהאן. נאר אזוי אז דער קאלנער מיט דעם שרויף פאסען זיך איין אייגער אין דעם אנדערען. האט דער שרויף בולטע פעדים האט דער קאלנער איינגעשניטענע פערים און פערקעהרט. דעם געוויכט וואס מען וויל הויבען לעגט מען אווען אדער אויפ'ן קאלנער אדער אויפ'ן צילינדער זעלבסט און מען קען דרעהען אדער דעם קאלנער ארום דעם צילינדער, דאן דארף מען זעהען אז דער צילינדער זעלבסט זאל זיך ניט בעווענען ארויף און ארא, אדער פערקעהרט.

הייסט דער וואָרים־דאָך, דער געקאָרבטער דאָך גיט אונז די מעגליכ־קייט צו געברויכען דעם שרויף אַהן א קאָלנער, און צו דער זעלבער צייט פערגרעסערט ער נאָך פיעל דעם מעכאַנישען געווינס פון דעם שרויף. מיט דעם גרויסען געזעץ פון נויטאַן וועגען מאַשין אַרבייט קענט איהר לייכט אויסרעכענען דעם געווינס. דער געוויכט היינט אויף דעם אקסעל פון דעם געקאָרבטען ראָד, אויב דער געקאָרבטער ראָד וועט האָבען למשל 100 ציינער אַדער קאָרבען, וועט די ענ־טע אַדער דער לייזער C מאכען 100 קרייזען ביז דער אקסעל וועט זיך איינמאָל אַרומדרעהען אַרום אין אַרום. דעם מעכאַנישען נע־וינס קען מען דערמיט מאכען משונה'דיג גרויס, דערפאר וועט זיך דער געוויכט הויבען זעהר און זעהר לאַנגזאַם.

אין די העכסט קאָמפּליצירטע מאשינען וועט איהר נעפינען די אַנוועגדונג פון דיזע איינפאכע מאשינען אַדער זייערע קאָמבי־נאַציעס. איך האָף אז מיר איז געלונגען בעקאַנט צו מאכען דעם איינפאכסטען לעזער מיט דער הילף וואָס די איינפאכע מאשינען גיבען אונז אין ארבייט און מיט נויטאַנ'ס וויכטיגען געזעץ פון זיי־ער ארבייט, דער געזעץ וואָס גיט אונז די מעגליכקייט לייכט צו בע־גרייפען און פּראַויסרעכענען זייער כעכאַנישען געווינס.

אז א פונט אקטיוו קראפט דורך דער קאמבינאציע פון ליווער און שרויף קען הויבען 150 פונט נעוויכט, א קראפט פון 100 פונט, א נעוועהנליכע מענשליכע קראפט וועט קענען הויבען 15,000 פונט אדער 7 טאן. (פיג. 40) איז אנאנדער מין שרויף וואס מען ברויכט

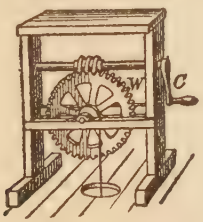
פיגור 40



דער שרויף אלס א פירעס

צוזאמענצופרעסען ביכער, פאפיער. דער צילינדער פון דעם פרעס־שרויף ווערט אויף נעדרעהט אנשטאט א העגטעל דורך א גרעסערען ראד ווי דער צילינדער און דער געווינם איז דערזעלבער. איין פונט קראפט וואס בעווענט דעם אויבערשטען ראד, מאכט אזוי און אזוי פיעל פונט דרוק אויף די ביכער, פאפירען און דאס גליכען. אין דיעזע אלע ביישפיעלע האבען מיר די שרויפען מיט קאלנערס, אין פיג. 39 איז דער קאלנער דער אונטערשטער קאסטען. אין פיג. 40 זעהט איהר דעם קאלנער אין מיטען, און דורך איהם נעהט דורך דער שרויף (פיג. 41) ציינט אן א קונציגען מעכאניזם א קאמבינאציע

פיגור 41



דער וואלם־ראד

פון א שרויף, א נעקארבטען ראד און א העגטעל אדער ליווער. ער